Zur Kenntnis der Biologie, Fortpflanzung u. Regeneration der rhabdocoelen Turbellarien

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Ludwig Ruhl
aus Marburg a. d. Lahn

Marburg 1927
Hessischer Verlag Karl Euker G. m. b. H., Marburg-Lahn

Als Dissertation angenommen am 4. Mai 1927.
Berichterstatter: Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. E. Korschelt.
Tag der mündlichen Prüfung: 14. Dezember 1921.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem lieben 80jährigen Vater

Joseph Anton Ruhl

in grosser Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41556027_0061

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung mit Angabe des Grundes für die unmögliche Weiterführung der früher begonnenen Arbeiten in Quito, Ecuador. 7

II. Material und Methode. 9

III. Lebensdauer. 13

1. Eier von *Dalyellia millportiana* und *Gyratrix hermaphroditus*. 13

2. Embryonalentwicklung von *Dalyellia millportiana* und *Gyratrix hermaphroditus*. 17

3. Eier und Embryonalentwicklung von *Macrostomum tuba*. . . 21

4. Postembryonalentwicklung von *Dalyellia millportiana, Gyratrix hermaphroditus* und *Macrostomum tuba*. 23

5. Von der ersten Eiablage bis zum Tode. 28

6. Zusammenfassung und Ergebnis. 33

7. Anhang: Angaben über die Lebensdauer von *Stenostomum leucops*. 35

IV. Regenerationserscheinungen an Rhabdocoelen. . . . 37

A. Versuche mit positivem Ergebnis.

1. Regenerationsversuche an *Stenostomum leucops*.

a) Querschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene. 37

b) Schrägschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene. 39

c) Längsschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene. 39

d) Nicht durchgeführte Quer-, Schräg- und Längsschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene. . . 41

e) Quer- und Längsschnitte an *Stenostomum leucops* mit sichtbarer Teilungsebene. 43

f) Zusammenfassung. 46

2. Regenerationsversuche an *Stenostomum langi*. 46

3. Regenerationsversuche an *Microstomum lineare*. 49

4. Regenerationsversuche an *Macrostomum tuba*. 49

B. Versuche mit negativem Ergebnis.

Versuche an *Dalyellia millportiana, Gyratrix hermaphroditus*, und *Prorhynchus stagnalis*. 52

V. Über Doppelbildungen und andere Mißbildungen bei Stenostomum. 53

VI. Literaturverzeichnis.

Einleitung.

Zu den Fragen, welche in den letzten Jahren das Interesse der Biologen stark in Anspruch nahmen, gehörte auch die Lebensdauer der verschiedenen Lebewesen. Neuere Arbeiten wie die von M. Child, M. Hartmann, W. Goetsch, W. Harms und E. Steinach befassen sich sogar mit dem Problem, die Lebensdauer des Individuums durch operative Eingriffe zu verlängern und auf diese Weise den Prozeß des Alterns aufzuhalten und hierdurch den Tod auf längere Zeit hinauszuschieben. Die erhaltenen Resultate, die in dem Werke von Korschelt über „Lebensdauer, Altern und Tod" in eingehender Weise behandelt werden, veranlaßten meinen verehrten Lehrer, Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr. E. Korschelt bereits im Jahre 1920, diese Frage bei einer oder mehreren Turbellarienarten genauer zu untersuchen. Meine damals begonnenen Arbeiten, die sich auf Planarien und auf ein Rhabdocoel *Stenostomum leucops* erstreckten, mußte ich im Dezember 1921 wegen einer Berufung als Lehrer an das Lehrerinnenseminar in Quito, Ecuador, abbrechen, wobei ich hoffte, daß mir dort Gelegenheit geboten würde, die begonnenen Untersuchungen fortzuführen. Doch die sich bietenden Schwierigkeiten machten dies unmöglich.

In der Umgebung von Quito fand ich in etwa 4000 Meter Höhe unterhalb eines Wasserfalles am Pichincha einige Tricladen, die vielleicht der Spezies *Planaria alpina* angehören. Sie genauer zu bestimmen, war mir wegen der fehlenden hierzu notwendigen Mittel unmöglich; denn die einzig vorhandene Bibliothek, die Universitätsbibliothek in Quito, bot nicht die dazu erforderliche Literatur.

Die eingefangenen Tiere maßen etwa 18—20 mm bei einer Breite von etwa 1,5 bis 2 mm. Der Kopf trägt an jeder Seite einen Tentakel, dessen Länge etwa die Breite des Tierkörpers erreicht. Sie stehen gewöhnlich, einen kleinen Bogen bildend, etwas schräg nach vorn gerichtet. Zwischen ihnen ist die Stirne elipsenartig vorgewölbt. Der so entstandene Stirnlappen befindet sich ebenso wie jene fast ununterbrochen in tastender Bewegung. In derselben Höhe, in der sie ihren Ursprung nehmen, liegen in der mittleren Region des Kopfes zwei kleine Augen, die nur bei einer, wenn auch kleinen Vergrößerung (6 fach) wahrgenommen werden können. Der Uebergang in den eigentlichen Körper wird durch eine etwas schmälere Körperpartie gebildet, so daß der Kopf deutlich abgesetzt erscheint. Die größte Breite des Tieres befindet sich in der Mitte seiner Längsachse. Von hier aus läuft der übrige Körper allmählich in eine Spitze aus, die in ihrem äußersten Ende ein wenig abgerundet ist.

Auf der Oberseite ist die Farbe des Tieres schwarz, während seine Unterseite ein trübes Weiß zeigt, das die Darmäste durchschimmern läßt. Kurz hinter der vorderen Hälfte des Körpers liegt die Mundöffnung mit dem Pharynx, der in Form eines Rüssels etwa 1 mm weit ausgestülpt werden kann. Die kurz dahinter gelegene Geschlechtsöffnung habe ich nicht wahrgenommen.

Die genannte Spezies lebt nur in fließendem Wasser, und zwar in Quellennähe an solchen Orten, wo überhängendes Gestrüpp den Sonnenstrahlen den Zutritt zum Wasser verwehrt. Ebensowenig wie an offenen Stellen sind sie in tiefergelegenen Regionen, etwa bei 3400 m über dem Meeresspiegel, anzutreffen, ein Beweis, daß sie das Licht meiden und gegen Wärme sehr empfindlich sind, welch letzteres ich besonders beim Transport nach meinem Hause hin beobachten konnte. Quito liegt 2856 m hoch. Seine Umgebung ist arm an Quellen und Bächen, die außerdem, soweit solche vorhanden sind, von Mai bis September oft austrocknen. Diesem Zustande ist es auch zuzuschreiben, daß weite Flächen im Umkreise jener Stadt strauch- und baumlos sind.

Während meines Abstieges nach der Stadt wurde das Wasser im Traggefäße erwärmt. Sauerstoffmangel, hervorgerufen durch die Temperaturerhöhung und das Schütteln des Wassers, veranlaßte die Tiere, sich in der Nähe des Wasserspiegels aufzuhalten; doch überwinden nur wenige diesen ihren Lebensbedingungen ungünstigen Einfluß, der wegen Fehlens von Wasserpflanzen, die man anderenfalls mitnehmen und dem Wasser hätte zusetzen können, nicht beseitigt werden konnte. Aus diesem Grunde starben die meisten Exemplare bereits unterwegs. So brachte ich am 21. 2. 1922 von etwa 20 Tieren nur 4 lebend nach Hause, am 21. 3. 1922 von 25 nur 6, am 10. 5. 1923 von 22 ebenfalls 6 und am 23. 7. 1924 von 18 nur 5. Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß nur wenige Tiere den wechselnden Verhältnissen widerstehen können. Ebensowenig sind sie befähigt, ihre Lebensweise einem neuen Aufenthaltsorte anzupassen. Bei täglichem Wechseln des Wassers, das ich der Wasserleitung entnehmen mußte, da in den vorbeifließenden „Fluß“ die Abwässer der Stadt geleitet werden, konnte ich die Tiere nicht länger als 8 Tage halten, z. B. vom 10. bis 18. Mai 1922. In den anderen Fällen waren sie schon früher zu Grunde gegangen.

Die Ursachen des schnellen Absterbens kann von verschiedenen Faktoren abhängig sein:

1. Die Anlage eines Aquariums, das sein Wasser mit ausreichendem Sauerstoffe versorgt gehalten hätte, war wegen des Fehlens geeigneter Wasserpflanzen, die noch nicht bis in die Höhe Quitos vorgedrungen sind, ausgeschlossen.

2. Wegen Mangels an Sauerstoff wurde den Tieren die Atmung sehr erschwert.

3. Die Temperatur des Wassers ist in Quito naturgemäß eine viel höhere als an jenem Fundorte, ein Umstand, der unbedingt schädigend auf die Tiere einwirken mußte, wie auch bereits von Braun (1881) und Kennel (1889) beobachtet worden ist.

Außerdem ließen sie die Nahrung, die ich ihnen in kleinen Regenwurmstückchen darbot, unberührt liegen.

Nach meiner Rückkehr aus Quito gewährte mir Herr Geh. Rat Prof. Dr. Korschelt im Oktober vorigen Jahres, meine vor 5 Jahren begonnenen Untersuchungen fortzusetzen und die Bestimmung der Lebensdauer einer Rhabdocoelenart in den Mittelpunkt meiner Untersuchungen zu stellen. Zu diesem Zwecke mußte ich natürlich Einzelindividuen in Zucht nehmen, bei deren Beobachtungen ich auf die verschiedensten biologisch wichtigen Gebiete geführt wurde.

Material und Methode.

Das gesamte Material für meine Untersuchungen stammt aus dem Teiche in dem Garten des botanischen Instituts zu Marburg. Es boten sich mir beim ersten Fange verhältnismäßig viele Exemplare von *Dalyellia millportiana* dar, weswegen ich diese Art zu meinem Hauptuntersuchungsobjekt wählte. Später zog ich noch 5 weitere Arten der Rhabdocoeliden zur Vervollständigung meiner Arbeit heran, *Macrostomum tuba, Stenostomum leucops* und *langi, Prorhynchus stagnalis* und *Microstomum lineare,* in der Absicht, an ihnen Regenerationserscheinungen festzustellen. Außerdem konnte ich *Macrostomum tuba* dazu benutzen, die Lebensdauer dieser Art zu bestimmen, während *Sten. leucops* und *langi* und *Micr. lineare* als hierfür nicht geeignete Objekte bezeichnet werden dürfen; nach meinen früheren Erfahrungen stellt ihre ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung diesen Beobachtungen große Hindernisse entgegen.

Außer den bereits genannten Arten fand ich auch Individuen der Art *Gyratrix hermaphroditus,* die sämtlich ausgewachsen und in Eibildung begriffen waren. Da sie sich in den kleinen Aquarien ohne Schwierigkeiten halten ließen, beabsichtigte ich, auch ihre Lebensdauer festzustellen; doch war dieses unmöglich, da die jungen Tiere innerhalb kurzer Zeit zugrunde gingen. Von elf einzeln gesetzten Exemplaren konnte ich trotz größter Sorgfalt nur eines 17 Tage lang am Leben erhalten, vom 1. 11. bis 18. 11. 1926. An alten Tieren angestellte Regenerationsversuche blieben ohne Erfolg. Infolgedessen schaltete ich diese Art als Beobachtungsobjekt aus.

Die Bestimmung der Tiere nahm ich an Hand der einschlägigen Literatur vor. Bei *Dalyellia millportiana* und *Macrostomum tuba* waren es die Chitinapparate des männlichen Begattungsorganes, die ausschlaggebend waren.

Das Sammeln der Tiere geschah in sehr einfacher Weise. Mit einer etwa 4 m langen Stange zog ich die im Teiche vorhandenen Wasserpflanzen heraus und brachte sie in ein größeres Gefäß, in dem sie etwas zusammengepreßt und mit Teichwasser übergossen wurden. Auf diese Weise konnte ich eine größere Menge Material mitnehmen, das einmal der Oberfläche, ein anderes Mal dem Boden des Teiches entnommen wurde. Es stellte sich hierbei heraus, daß

die Tiere in den verschiedenen Tiefen gleichmäßig verteilt waren; denn bei jedem Fange fand ich eine verhältnismäßig gleiche Menge von Exemplaren der genannten Arten. Eine Ausnahme machte nur *Macrostomum tuba,* das ich in meinem zweiten Fange am 27. 11. 1926 nur einmal antraf und weiterzüchtete; offenbar lebt also diese Art nur auf oder in dem schlammigen Grunde unserer Gewässer.

Um mich bei meinen Versuchen möglichst den natürlichen Verhältnissen anzupassen, hielt ich die Tiere in kleinen Aquarien mit filtriertem Teichwasser. Damit ich dieses stets zur Hand hatte, holte ich mir wöchentlich ein größeres Gefäß voll und bewahrte es im Institut auf. Auch gab ich den Tieren etwas Schlamm bei, damit sie in der Gefangenschaft möglichst ähnliche Verhältnisse vorfanden wie im Freien. Um eine Gewähr zu haben, daß der Schlamm keine weiteren Tiere oder Eier der Versuchsarten enthalte, ließ ich ihn in einer besonderen Petrischale von ungefähr 15 cm Durchmesser wenigstens eine Woche lang stehen, beobachtete ihn in kurzen Zwischenräumen und entfernte nach Möglichkeit alles Lebende. Bereits im Jahre 1920 erkannte ich die Wichtigkeit des beigefügten Schlammes in seinem natürlichen Zustande. Damals kochte ich ihn ab und hoffte dadurch der Gefahr, daß ein anderes Turbellar zu meinem Untersuchungsobjekt dazu käme, zu entgehen. Doch stellte sich bald heraus, daß der so präparierte Schlamm den Tieren nicht zuträglich ist. Alle so gehaltenen Tiere starben innerhalb eines Tages ab, während sie bei Verwendung des natürlichen Schlammes weiterlebten. Außer diesem fügte ich immer einige Stücke von *Myriophyllum verticillatum* bei, um das Wasser mit dem notwendigen Sauerstoff zu versorgen. Die bei den Fängen erhaltenen Exemplare wurden, nach ihrer Art getrennt, mit der Pipette in kleinere Petrischalen überführt und weitergehalten. Diese Tiere sollten mir als Ersatz für solche dienen, die bei den Versuchen zugrunde gingen. Die Versuchsobjekte hielt ich einzeln in kleinen Uhrschälchen, die nach der oben angegebenen Weise Aquarien darstellten. In ihnen sind die Tiere weit besser als in ausgehöhlten Objektträgern zu halten. Diese letzteren vermögen wegen ihrer geringen Vertiefung nur sehr wenig Wasser aufzunehmen, so daß dann für die in ihnen untergebrachten Tiere allzubald Sauerstoffmangel eintritt. In diesen kleinen Behältern habe ich sie niemals länger als 2 Tage ohne Wasserwechsel mit abgestandenem Wasser halten können, während sie in einem Uhrschälchen unter den gleichen Bedingungen schon 8—10 Tage leben.

Max Hartmann, der ebenso wie William E. Ritter und Edna Congdon seine Versuchstiere, *Stenostomum leucops* und *unicolor,* in ausgehöhlten Objektträgern hielt, fügte täglich einen Tropfen Wasser mit *Colpidien* hinzu, die ihnen zur Nahrung dienten. Auf diese Weise erzielte er sicherlich eine tägliche Sauerstoffzufuhr, ohne die seine Tiere meiner Meinung nach in kürzester Zeit zugrunde gegangen wären.

Da das abgestandene Wasser ein der Natur nicht entsprechender Zustand des umgebenden Mediums ist, zog ich es vor, den Tieren

täglich frisches Wasser zu geben, obwohl ich feststellte, daß sie in einem so kleinen Aquarium mit *Myriophyllum* bequem 3—4 Wochen leben können, ohne daß das Wasser gewechselt wird. Erneute ich von Zeit zu Zeit die in Fäulnis übergehenden Zweige, so wurde auch auf längere Zeit hinaus die Lebenstätigkeit der Tiere in keiner Weise gestört.

Ich behielt sie nach Möglichkeit immer in derselben Schale. Nur zwecks Beobachtungen unter dem Mikroskop wurden sie mit der Pipette in möglichst wenigem Wasser auf den Objektträger gebracht, und zwar ohne Deckglas, um schädigende Einflüsse zu vermeiden; nach entsprechender Zeit wurden sie wieder in ihr kleines Aquarium überführt.

Zur Bestimmung der Lebensdauer wurden die aus dem Ei schlüpfenden Jungen nach Tagen isoliert und teils einzeln, teils zu mehreren weitergezüchtet. Die später von den einzeln gesetzten Individuen abgelegten Eier wurden täglich entfernt, wodurch ich genau feststellen konnte, wieviel Eier ein Tier hervorbringt.

In den kleinen Aquarien führte ich auch die zu den Operationen notwendigen Schnitte aus. Erst nach vielen Versuchen erzielte ich eine Methode, die wohl als die geeignetste und zweckmäßigste zu betrachten sein dürfte.

Gestützt auf die spärlichen Literaturangaben von Rina Monti, William E. Ritter und Miß Edna Congdon, sowie Ch. M. Child, die zu diesem Zwecke die Tiere auf einen Objektträger brachten, versuchte ich das Gleiche auszuführen. Doch durch die Tröpfchenbildung an der Nadelspitze, hervorgerufen durch ihre Berührung mit dem Wasser, wurde das Tier sofort in eine andere Lage gebracht, wodurch die Sicherheit des Schnittes sehr vermindert wurde. Außerdem wird die Stelle, an der die Nadelspitze in das Wasser eintritt, oft so stark durch die Lichtbrechung beeinflußt, daß sie vollkommen schwarz erscheint, weshalb das Tier nur schwer zu sehen ist.

Aus diesen Gründen versuchte ich, die Operation in dem Uhrschälchen vorzunehmen. Da die Tiere gewöhnlich langsam auf dem Grunde umherzukriechen pflegen, brachte ich sie auf die rechte Seite der Schale und konnte dann mit Leichtigkeit Querschnitte ausführen.

Weit schwieriger sind dagegen Längsschnitte. Sobald die Tiere berührt werden, ändern sie die Wegrichtung und weichen so der Nadel aus. Dazu kommt noch, daß beim Ansetzen der Messerschneide diese von dem gewölbten Rücken wegen seiner starken Muskulatur abgleitet, was dann meistens einen Quer- oder Schrägschnitt zur Folge hat. Um zum Ziele zu gelangen, berührte ich zunächst den Kopf des Tieres, das ich zu gleicher Zeit in eine für den Schnitt geeignete Lage brachte. Durch den Reiz zieht es sich zusammen, wodurch es breiter wird und so eine größere Angriffsfläche darbietet. In diesem Zustande wird dann, ehe es sich wieder ausstreckt, der Schnitt vollzogen. Doch gleitet auch hierbei die

Nadel häufig seitlich ab, weswegen ich einen auf diese Weise gelungenen Schnitt immer noch als Zufallsschnitt bezeichnen muß.

Ferner ist hierbei noch zu berücksichtigen, daß das Wasser vor dem Zerschneiden auf keinen Fall gewechselt werden darf. Sobald nämlich die Tiere merken, daß sie frisches Wasser bekommen haben, schwimmen sie eifrig in ihm umher, wodurch eine einigermaßen sichere Schnittführung unmöglich gemacht wird.

Diese wird jedoch durch die Methode erzielt, die sich im Laufe meiner Untersuchungen als die vorteilhafteste herausstellte. Die Tiere werden kriechend an den Rand des Wassers gebracht. Dann wird dieses mit der Pipette aufgesogen und entfernt. Dabei bleiben jene zwischen den kleinen Detritusteilchen liegen und haben infolgedessen keine große Bewegungsfreiheit. Durch wiederholtes Zusammenziehen und Ausstrecken ihres Körpers suchen sie sich aus diesem Zustande zu befreien und das Wasser zu erreichen. Dieses ist der günstigste Augenblick, den Schnitt auszuführen, den ich in 60—70 Prozent als gelungen bezeichnen darf. Das Festliegen wie auch die Kontraktion des Körpers sind zwei Momente, die für die Ausführung des Schnittes von der größten Bedeutung sind. Das Tier liegt an einer Stelle fest; es kann also dem Drucke der Nadel nicht seitwärts ausweichen. Die Angriffsfläche ist groß, sodaß die Nadel gut aufgesetzt werden kann. Die Bewegungen, die das Tier ausführt, macht es selbständig aus sich heraus und wird nicht durch einen starken äußerlichen Reiz dazu veranlaßt; es will ihm nicht entweichen, sondern versucht sich auf diese Weise zu retten. Nach dem Schnitte muß dem Tiere jedoch sofort Wasser zugeführt werden, damit es diese Bewegungen nicht weiter fortsetzt; denn meistens haftet das Tier mit der verwundeten Stelle ein wenig am Grunde des Schälchens an und der frei bewegliche Teil hat somit die Möglichkeit, sich leicht loszureißen, was sich durch die schnelle Wasserzufuhr vermeiden läßt.

Die Schnitte wurden mit einer sehr feinen und scharfen Augennadel, deren Spitze dreieckig verbreitert ist, ausgeführt. Ein kleines Seciermesser war unmöglich zu gebrauchen, da der Rücken der Klinge viel zu breit ist und das darunter liegende Tier verschwinden läßt.

Jede tägliche Veränderung und jeder Versuch wurde unter einer entsprechenden Nummer in ein Tagebuch eingetragen. Wo es sich zur größeren Uebersichtlichkeit als notwendig erwies, wurden auch Tabellen angelegt.

Die Größenmessungen wurden an jungen Tieren alle 2 bis 3 Tage, an älteren Tieren nach längerer Zwischenzeit mit dem Leitz'schen Okularmikrometer vorgenommen und dann nach dem von derselben Firma hergestellten Objektmikrometer umgerechnet.

Die Zeichnungen sind nach dem lebenden Objekt ausgeführt ohne Zuhilfenahme des Zeichenapparates, da die Tiere sich immer in Bewegung befinden und somit ein Nachziehen der Form unmöglich machen.

Bezüglich der Art der Ausführung, die vielleicht nicht ganz so vollkommen ist, wie sie sein sollte, darf ich bemerken, daß meine Sicherheit im Zeichnen durch eine schwere Kriegsverletzung sehr gelitten hat.

Lebensdauer.

Wenn schon die Lebensdauer der höheren Tiere, auch der Vertebraten und sogar unserer Haustiere nur in verhältnismäßig wenigen Fällen mit einiger Sicherheit festgestellt werden konnte, man vielmehr zum Mittel der Schätzung zu greifen gezwungen war, so trifft letzteres in weit höherem Maße bei den Tieren zu, die in der gesamten Tierreihe eine bedeutend niedrigere Stellung einnehmen. Dies gilt auch für die von mir behandelten *Turbellarien* (Strudelwürmer), die der Klasse der *Plathelminthen* (Plattwürmer) angehören und somit in den großen Stamm der *Scoleciden* (parchenchymatöse Würmer) eingereiht werden müssen, d. h. recht niedrig in der Tierreihe stehen.

Als Versuchstiere wählte ich im Jahre 1920 aus der Unterabteilung der Tricladen die verschiedenen hier vorkommenden Planarien und aus der der Rhabdocoelen *Stenostomum leucops*. Nach der durch meine Lehrtätigkeit in Quito, Ecuador, veranlaßten Unterbrechung ergänzte ich die damals gewonnenen, wenn auch spärlichen Resultate durch Beobachtungen an zwei weiteren Vertretern der rhabdocoelen Turbellarien, *Dalyellia millportiana* und *Macrostomum tuba*, indem ich ihren Lebenslauf von dem Ausschlüpfen aus dem Ei bis zu ihrem Tode genau verfolgte. Wie bereits erwähnt (Seite 9), beabsichtigte ich, auch die Lebensdauer von *Gyratrix hermaphroditus* festzustellen, von welchem Vorhaben ich jedoch wegen der Unmöglichkeit, die jungen Tiere am Leben zu erhalten, absehen mußte. Nichts destoweniger möchte ich die auf diese Art bezüglichen Notizen zum Vergleiche heranziehen und das so gesammelte Material meinen Ausführungen dienstbar machen.

Eier von *Dalyellia millportiana* und *Gyratrix hermaphroditus*. *Dalyellia millportiana* und *Gyratrix hermaphroditus* produzieren nur eine Art von Eiern, die nach ihrer Ausbildung abgelegt werden und ihren weiteren Entwicklungsgang im Freien vollenden müssen. Sie beherbergen immer nur ein Ei in ihrem Körper, das innerhalb 22 bis 24 Stunden zur Reife gelangt und dann sofort abgelegt wird.

Die Eier sind zunächst an der Stelle des Körpers zu sehen, wo sein letztes Viertel beginnt, und erscheinen dort als ein kleines helles, fast weißes Pünktchen, das sich schnell vergrößert und nach 15—18 Stunden allmählich eine dunklere Farbe annimmt. Bis zu diesem Zustande ist es weich und zähflüssig, sodaß es, verursacht durch die Bewegung des Körpers, verschiedene Formen anzunehmen imstande ist. Mit zunehmender Verfärbung erhält es dann durch die Erstarrung seiner Hülle im weiteren Verlauf von 1 Stunde seine feste Form.

Der Farbenwechsel ist dadurch bedingt, daß die Schalenbildungssubstanzen, die in den Dotterzellen zerstreut umherliegen, immer mehr an die Peripherie des Eies rücken und in den letzten 3 bis 4 Stunden die feste Eihülle formen. Diesbezüglich bin ich mit v. Hofsten (1912) und Meixner (1915 u. 1924) derselben Ansicht, daß in beiden Fällen die Eischale nicht durch das Sekret der Schalendrüse gebildet werden kann, sondern ein Ausscheidungsprodukt der Dotterzellen darstellt. Das Atrium wird durch das Ei so stark verdickt, „daß für eine Flüssigkeit nicht der geringste Raum übrig ist" (v. Hofsten).

Ueber die Zeit, die zur Bildung der Eier notwendig ist, liegen nur wenige Angaben vor. Steinmann und Bresslau (1913) haben festgestellt, das *Mesostomum ehrenbergi* innerhalb 24 Stunden die gesamte Anzahl seiner Subitaneier (bis 72 Stück) ausgebildet hat, anderseits in derselben Zeit nur ein Dauerei zu produzieren imstande ist, mit welch letzterer Angabe er sich in Gegensatz stellt zu Sekera (1904 u. 1906), der für seine Bildungszeit 3½ Tage annimmt („2 in einer Woche"). Nach weiteren Beobachtungen von letzterem hat eine *Phaenocora* einmal in einem Tage 10—15 Eier, ein andermal nur 1 Ei, *Bothrioplana* innerhalb 65 Tagen deren 19, *Castrella truncata* während 24 Stunden 10 Eier und *Dalyellia viridis* alle 12 Stunden 1 Ei erzeugt. Außerdem führt er an, daß *Mesostomum productum* die seinen „nach und nach" bildet, da „die ausschlüpfenden Jungen auf mehrere Schübe herauszugelangen pflegen."

Wie die Bildungszeit, so scheint auch die der Verfärbung sehr verschieden zu sein. Nach v. Graff (1882) beträgt sie für *Dalyellia sexdentata* nur wenige Stunden und für *Dalyellia viridis* 6—7 Tage, während sie für letztere Art sowohl wie auch für *Dalyellia penicilla* und *scoparia* von Sekera (1912) nur auf 3—4 Stunden festgelegt wird.

Bezüglich der Form stimmen die Eier der beiden von mir beobachteten Tierarten vollkommen überein. Ihre breiteste Stelle, die etwa am Ende des ersten Drittels liegt, mißt ungefähr ⅔ der ganzen Länge. Der vordere Teil ist abgerundet, während der hintere allmählich, einen flachen Bogen bildend, in eine Spitze ausläuft. An sie setzt sich ein Stil an, mit dessem freien Ende das Ei an der Unterlage befestigt wird. Die Länge dieses Filamentes erreicht bei *Dalyellia millportiana* etwa die Breite des Eies, während sie bei *Gyratrix hermaphroditus* noch nicht die Hälfte desselben ausmacht. *Dal. millportiana* hat einen in seinem Querschnitt vollkommen gleichmäßig runden Stiel (etwa 0,085 bis 0,09 mm), der in seinem distalen Teile einige Nebenfilamente aussendet, in seiner Hauptachse jedoch in gleicher Stärke bis zum Ende verläuft. v. Graff (1904—08) bezeichnet ihn pinselartig zerfasert und läßt ihn dem von *Dalyellia truncata* gleichgestaltet sein.

Der Stiel der Eier von *Gyr. hermaphroditus* hat kurz unterhalb der Eischale einen ringförmigen Wulst und endet in einer Scheibe,

die fein ausgekerbt ist, wie bereits von v. Graff (1882) und später von Meixner (1915) beobachtet wurde.

Ersterem kann ich jedoch in seiner Angabe, daß der Stiel von *Dal. millportiana* um ½ bis ⅓ länger ist als die Schale und der von *Gyr. hermaphroditus* in Bezug auf seine Länge sehr wechselt, nicht beistimmen. Meine Beobachtungen stellen dies in Abrede. Hingegen hat sich die Feststellung Meixners, daß der oben erwähnte Ringschwulst eine asymetrische Form hat, bestätigt.

Zur Erleichterung beim Ausschlüpfen der Embryonen haben beide Eiarten an ihrem abgerundeten Pol eine um das Ei herumführende Deckelnaht, die erst etwa 24 Stunden vor der Vollendung der embryonalen Entwicklung sichtbar wird. Die von v. Graff in Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs IV. I. c. angeführte Aufzählung derjenigen Turbellarien, welche Eier dieser Art ablegen und die bereits von Meixner (1915) ergänzt wurde, kann daher um diese beiden Arten weiter vermehrt werden.

Ueber die Größe der Eier gibt die von mir aufgestellte Tabelle den besten Aufschluß.

Tabelle I.

	Länge	Breite	Länge des Stiels	Länge	Breite	Länge des Stieles
1.	0,160 mm	0,100 mm	0,110 mm	0,185 mm	0,125 mm	0,050 mm
2.	0,135 „	0,095 „	0,100 „	0,200 „	0,115 „	0,050 „
3.	0,155 „	0,115 „	0,110 „	0,200 „	0,120 „	0,050 „
4.	0,160 „	0,105 „	0,110 „	0,200 „	0,115 „	0,050 „
5.	0,150 „	0,115 „	0,100 „	0,185 „	0,115 „	0,045 „
6.	0,150 „	0,100 „	0,090 „	0,190 „	0,120 „	0,050 „
7.	0,160 „	0,100 „	0,100 „	9,200 „	0,115 „	0,050 „
	Größe der Eier von Dal. millportiana			Größe der Eier von Gyr. hermaphroditus		

Bei den Eiern von *Dal. millportiana* schwankt die Länge zwischen 0,135 mm und 0,16 mm, die Breite zwischen 0,09 mm und 0,115 mm und die Länge des Stieles zwischen 0,09 mm und 0,11 mm. Die entsprechenden Zahlen für die Eier von *Gyr. hermaphroditus* sind 0,185 mm bis 0,2 mm, 0,115 mm bis 0,125 mm und 0,045 mm bis 0,05 mm. Auffallend waren mir die kleinen Unterschiede der letzteren Maße. Den Grund hierzu erblicke ich in einer verhältnismäßig starken Muskulatur des Atriums, die eine unregelmäßige Erweiterung nicht zuläßt.

v. Graff (1882) gibt bei seiner Beschreibung der *Dal. millportiana* an, daß die von ihr abgelegten Eier 0,2 mm im Durchmesser betragen und ihr Stiel 0,14 mm lang ist. Hier hat er das verschiedene Größenverhältnis zwischen Ei und Filament richtig dargestellt, während er später in Bronn's Klassen und Ordnungen von diesem Resultate abwich und letzteres um ½ bis ⅓ länger als das Ei bestimmte (s. S. 16). Auch geht aus meiner Tabelle hervor, daß von einem runden kreisförmigen Ei keine Rede sein kann. Worauf der Unterschied der Maße zwischen seinen und meinen Werten beruht, ist mir nicht verständlich; doch er-

laube ich mir nicht unerwähnt zu lassen, daß auch Meixners Maße verschiedener *Dalyellia*arten sich nicht mit seinen Größenangaben decken.

Zu weiterem Vergleiche möchte ich die in der Literatur gefundenen Maße der Eier anderer Arten heranziehen. Sekeras (1903 u. 1904) Angaben, die sich auf *Mesostomum ehrenbergi, Mes. productum, Mes. lingua, Bothromesostoma personatum, Typhloplana minima, — letztere nach Luther —* und *Stenostomum leucops* beziehen, lassen sich am besten in einer Tabelle darstellen.

Tabelle II.

	Mes. ehr. Durchm.	Mes. ling. Durchm.	Both. prs. Durchm.	Mes. prod. Durchm.	Typhl. min. Länge	Typhl. min. Breite	St. leup, Durchm.
Subitaneier	0,25-0,34 mm	0,8-0,2 mm	0,3 mm	0,1 mm	0,11 mm	0,08 mm	0,2 mm
Dauereier	0,47 mm	0,34 mm	0,3-0,5 mm	0,17 mm	0.18 mm	0,14 mm	

Maße der Eier verschiedener *Turbellarienarten.*

Entsprechende Maßfeststellungen haben auf dem gleichen Gebiete v. Hofsten (1907) für *Dal. expedita* und *Dal. ornata* und Meixner (1915) außer für diese auch für *Dal. diadema, Dal. kupelwieseri, Dal. brivispina, Dal. fusca* und *Dal. amigera* getroffen. Nach ihren Untersuchungen schwankt die Größe der Eier jener Tiere zwischen 0,156 mm bis 0,168 mm (Länge) und 0,112 mm bis 0,13 mm (Breite). Also handelt es sich bei den Eiern der von mir beobachteten Tiere um solche von geringerer Größe, wobei diejenigen von *Dal. millportiana* ihrerseits wieder kleiner sind als diejenigen von *Gyr. hermaphroditus.*

Der Größenunterschied, wie er sich des näheren aus meiner oben mitgeteilten Tabelle ergibt, liegt sicherlich in der Größe der betreffenden Tiere begründet; denn *Gyr. hermaphroditus* ist ungefähr ½ mal größer als *Dal. millportiana.* Auch stellte ich durch Messungen fest, daß die soeben ausgeschlüpften Jungen der ersten Art größer sind als die der letzteren. Es besteht also ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Größe des Tieres und derjenigen der von ihm produzierten Eier wie auch zwischen der Größe der Eier und der Körpergröße der schlüpfenden Jungen.

Luther (1904) betont bereits das Verhältnis der Größe der Eier zur Größe des Körpers und erklärt die Größenunterschiede der Eier eines und desselben Individuums in seinem eigenen Größenwachstume, so daß jüngere, noch nicht ausgewachsene Tiere kleinere Eier, voll entwickelte größere produzieren würden. Indem ich dem zustimme, möchte ich noch hinzufügen, daß ich im Gegensatze hierzu wieder gegen Ende der Legezeit eine Abnahme der Größe beobachtet habe. Nr. 2 der Tabelle I, dessen Teil sich auf *Dal. millportiana* bezieht, ist z. B. das zuletzt gelegte Ei eines Individuums, das zuvor Eier von vollkommen normaler Größe erzeugt hatte. In demselben Sinne berichtet Sekera (1903 u. 1904) daß

das zuletzt gebildete Ei einer *Dal. viridis* und das letzte Dauerei eines *Mesostomum ehrenbergi* kleiner waren als die zuvor gebildeten. Ersteres maß nur 0,10—0,13 mm, während die normale Größe 0,15—0,20 mm im Durchschnitt ist, und hatte eine hellere Farbe, welch letzterer Unterschied bei meinen Arten nicht zu bemerken war. Das erwähnte Dauerei von *Mes. ehrenbergi* wird bei einer Normalgröße von 0,42 mm nur mit 0,17 mm angegeben.

Ueber die Eihülle konnte ich folgende Beobachtung machen. Sobald die Hülle hart zu werden beginnt, tritt eine Dunkelfärbung ein, bis sie bei *Dal. millportiana* eine intensiv braune, bei *Gyr. hermaphroditus* eine gelblich braune Farbe annimmt, welche die Eier zunächst undurchsichtig macht. Infolgedessen war es mir auch nicht möglich, die ersten Furchungsstadien verfolgen zu können. Nachdem die Eier einige Zeit diese Farbe beibehalten haben, werden sie 1—2 Tage vor dem Ausschlüpfen der Jungen heller und durchsichtig und erscheinen jetzt gelblich hellbraun. Ihre Außenseite ist völlig glatt und zeigt eine feine längsstreifige Struktur, wie sie bereits von v. Graff (1882) erkannt worden ist.

Meixner (1915) gibt für die Eier von *Gyr. hermaphroditus* eine gelbliche Färbung an, die sich auch noch auf den oberen Teil des Filamentes bis zum Ringwulste erstreckt. Sein unterer Teil ist dicker und farblos, wie ich es auch in gleicher Weise für das Filament des Eies von *Dal. millportiana* beobachtet habe. Im Gegensatz zu *Gyr. hermaphroditus* erstreckt sich die Farblosigkeit hier nur etwa auf sein letztes Drittel, dort beginnend, wo die Verzweigung einsetzt. Uebereinstimmend mit meinen Angaben haben auch v. Graff (1882 u. 1904—08) und Sekera (1903) schon festgestellt, daß die Farbe der Eier der von ihnen untersuchten verwandten Tierarten anfangs weiß, dann hellbraun und schließlich dunkelbraun ist.

Kommt es zu keiner Entwicklung der Embryonen, so verdunkeln sich die Eier immer mehr, bis sie schwarz sind. Derartige Eier habe ich 4 Monate lang unter denselben Bedingungen aufbewahrt, unter denen andere innerhalb dieses Zeitraumes ihren normalen Entwicklungsgang durchliefen; in nicht einem Falle haben sich aus ihnen Embryonen entwickelt.

Während meiner Beobachtungen traf ich bei meinen Tieren immer nur je 1 Ei an, niemals 2, während nach v. Graff (1904—08) und Meixner (1915) verschiedenen *Dalyelliaarten,* wenn auch nur in seltenen Fällen, die Möglichkeit zugeschrieben wird, bis 2 und *Gyratrix hermaphroditus* sogar bis 3 Eier zu tragen. Hierbei bleiben außer Betracht jene Arten, die ihre Eier in ihrem eigenen Körper zurückhalten, sei es auf kurze Zeit wie *Mesostomum productum,* sei es bis zu ihrem Tode wie *Dalyellia viridis.*

Zur Embryonalentwicklung von *Dalyellia millportiana* und *Gyratrix hermaphroditus.* Die Embryonalentwicklung konnte ich an den Eiern von *Dal. millportiana* wegen ihrer Undurchsichtigkeit erst von dem Zeitpunkte an beobachten, als bereits 2 schwarze Fleckchen die Augenanlagen kennzeichneten. Oberhalb von ihnen

deutet eine grau gefärbte Zone die Anlage des Gehirns an. Der Embryo besitzt schon scharfe Körperumrisse, die seine Lage bestimmen lassen. Sein hinteres Ende liegt immer in dem zugespitzten Teile des Eies. Mit der Rückenseite nach außen gekehrt, erreicht er bei Beginn des vorderen Körperdrittels den oberen Rand der umgebenden Schale, woselbst er der Wölbung folgt und sich in einem Bogen abwärts wendet. In dieser Lage bleibt er 1—2 Tage, je nach der Geschwindigkeit, die die Entwicklung einschlägt. Umgeben ist der Körper mit Cilien, die sich andauernd bewegen, aber nicht die Kraft besitzen, ihn in eine andere Lage zu bringen. Durch ihr Schlagen wird jedoch eine Bewegung der im Ei befindlichen Flüssigkeit hervorgebracht, die deutlich zu beobachten ist. Während die Längsseiten und der vordere Teil des Körpers farblos bleibt, erscheint der Darm infolge der enthaltenden Nährstoffe schwarz gefärbt.

In den letzten 12—24 Stunden vor dem Ausschlüpfen führt der Embryo zuckende Bewegungen aus, die zuerst seltener, kurz vor der Geburt jedoch häufiger und stärker auftreten, offenbar um den Deckel der Eihülle zu heben.

Im wesentlichen die gleichen Beobachtungen machte ich in Bezug auf die Embryonalentwicklung von *Gyratrix hermaphroditus*. Sie konnten auch hier erst einsetzen, als der Furchungsprozeß beendet war und die Larve schon Augen, Gehirn und deutliche Körperformen zeigte. Ihre Lage wie auch die Cilienbedeckung des Körpers, der auffallende Darm und die zuletzt auftretenden Zuckungen stimmen mit den Erscheinungen bei *Dalyellia millportiana* überein. Besonders zu erwähnen ist jedoch, daß beim Durchsichtigwerden der Eihülle am Vorderende des Tieres eine dunkle Fläche zu erkennen ist, die eine Vertiefung darstellt und nach Hallez (1879) als Anlage des Rüssels gedeutet wird. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung verschwindet sie, indem dieser seine natürliche Form annimmt. Außerdem fällt bei dem sich entwickelnden Embryo das als gerader dunkler Strich sichtbare Stilett des männlichen Begattungsapparates auf. Im Verhältnis zur Größe des Embryokörpers ist es sehr groß; denn es reicht von dem zugespitzten Eipol bis fast zum entgegengesetzten Ende. Nach obigem Autor soll es schon jetzt seine definitive Größe erlangt haben und bis an das Gehirn ragen. Während ich letzterem zustimmen muß, — denn das Gehirn liegt dort, wo der Embryokörper gezwungen wird, wegen des abgerundeten Poles den nach abwärts gerichteten Bogen zu machen — glaube ich gegen das erstere Einspruch erheben zu dürfen. Nach meinen Beobachtungen am lebenden Objekte sowohl zur genaueren Kenntnis des Tieres wie auch zu Operationszwecken fiel mir stets auf, daß das Stilett länger war als das beherbergte Ei; mithin müßte ein Wachstum des Stiletts vorliegen. Leider habe ich keine Messungen vorgenommen, da mir die betreffende Bemerkung erst vor Augen kam, als ich nicht mehr über Eier produzierende Tiere verfügte.

Hat der Embryo seine Entwicklung im Ei vollendet, so lockert er mittels der vorhin schon erwähnten kräftigen Zuckungen die Naht des Deckels, der sich zunächst nur an einer Stelle ein wenig öffnet. Durch fortgesetzte Erweiterung des entstandenen Spaltes wird jener so weit nach außen geführt, daß er bei *Dalyellia millportiana* mit dem unteren Teile der Eihülle einen Winkel von 50—60 Grad bildet. In dieser Stellung bleibt er meistenteils stehen, während er sich bei *Gyratrix hermaphroditus* immer ablöst. Aus der so frei gewordenen Oeffnung tritt das junge Tier aus.

v. Graff (1882 u. 1904—1908) gibt an, daß bei *Gyr. hermaphroditus* ausnahmsweise Eikapseln mit 2 Embryonen und bei *Dal. millportiana* stets solche mit 4—12 Embryonen vorkommen würden. Die von mir in großer Menge beobachteten Eier beider Arten enthielten jedoch niemals mehr als einen Embryo.

Die Zeit des Ausschlüpfens ist für beide Arten besonders die Nacht. Bei meinen Beobachtungen während des Vormittags habe ich den Vorgang niemals verfolgen können; die Tiere waren während der Nacht ausgeschlüpft und bewegten sich lebhaft in ihren kleinen Aquarien umher. Nur 2 mal überraschte ich je eine *Dalyellia millportiana* beim Verlassen des Eies. Es war zwischen 4 und 5 Uhr abends im Monat November (19. 11.) und Dezember (7. 12.).

Die Dauer der Embryonalentwicklung ist bei beiden Arten eine verhältnismäßig sehr kurze. Bei 17 Grad C. währt sie bei *Dal. millportiana* gewöhnlich 3—4 Tage, selten 5 oder 6 und bei *Gyr. hermaphroditus* 10—12 Tage; nur in einem Falle wurde sie auf 17 Tage verlängert. Steigt dagegen die Temperatur, so übt sie auf beide Arten eine verschiedene Wirkung aus. Bei *Dal. millportiana* wird die Entwicklungszeit verlängert, während sie bei *Gyr. hermaphroditus* verkürzt wird. So braucht erstere bei 21—22 Grad C. 6—8 Tage, in einem Falle sogar 17 Tage, letztere nur 8—10 Tage.

Das Ergebnis dieser Beobachtungen ergibt sich noch weiter des näheren aus der folgenden Tabelle.

Tabelle III.

	Dalyellia millportiana						**Gyratrix hermaphroditus**					
Nr	Tag der Eiablage	Tag der Geburt	Zw.-Zt.	Grad	Nr.	Tag der Eiablage	Tag der Geburt	Zw.-Zt.	Grad			
1.	2. XI. 26	8. XI. 26	6	17	1.	25. X. 26	2. XI. 26	8	22			
2.	17. XI. 26	21. XI. 26	5	17	2.	25. X. 26	4. XI. 26	10	22			
3.	18. XI. 26	23. XI. 26	5	17	3.	26. X. 26	4. XI. 26	9	22			
4.	4. XI. 26	10. XI. 26	6	17	4.	27. X. 26	4. XI. 26	8	22			
5.	19. XI. 26	22. XI. 26	3	17	5.	27. X. 26	6. XI. 26	10	22			
6.	20. XI. 26	23. XI. 26	3	17	6.	26. X. 26	5. XI. 26	10	22			
7.	19. XI. 26	24. XI. 26	5	17	7.	30. X. 26	8. XI. 26	9	22			
8.	18. XI. 26	24. XI. 26	6	17	8.	30. X. 26	9. XI. 26	10	22			
9.	21. XI. 26	24. XI. 26	3	17	9.	27. X. 26	8. XI. 26	12	22			
10.	21. XI. 26	24. XI. 26	3	17	10.	29. X. 26	7. XI. 26	9	22			
11.	21. XI. 26	24. XI. 26	3	17	11.	27. X. 26	4. XI. 26	8	22			
12.	21. XI. 26	24. XI. 26	3	17	12.	28. X. 26	7. XI. 26	10	21			
13.	20. XI. 26	25. XI. 26	5	17	13.	29. X. 26	7. XI. 26	9	21			
14.	21. XI. 26	25. XI. 26	4	17	14.	5. XI. 26	15. XI. 26	10	17			
15.	4. XI. 26	10. XI. 26	6	21	15.	5. XI. 26	16. XI. 26	11	17			
16.	19. XI. 26	27. XI. 26	8	21	16.	26. X. 26	12. XI. 26	17	17			
17.	17. XI. 26	24. XI. 26	7	21	17.	6. XI. 26	18. XI. 26	12	17			
18.	18. XI. 26	26. XI. 26	8	21	18.	4. XI. 26	16. XI. 26	12	17			
19.	19. XI. 26	25. XI. 26	6	21	19.	4. XI. 26	14. XI. 26	10	17			
20.	5. XI. 26	22. XI. 26	17	21	20.	28. X. 26	8. XI. 26	11	17			

Emboyonale Entwicklungsdauer.

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß die für die Embryonalentwicklung von *Dal. millportiana* günstigste Temperatur ungefähr 17 Grad, für *Gyr. hermaphroditus* die von 21 bis 22 Grad C. ist. Diese Erscheinung ist vielleicht auf eine gewisse Anpassung zurückzuführen, indem *Dalyellia millportiana* tiefere Stellen ihres Wohnortes zur Eiablage benutzt, wo das Wasser verhältnismäßig kühler ist als an der Oberfläche, die von *Gyr. hermaphroditus* zu diesem Zwecke bevorzugt sein mag. Hierfür spricht auch der Umstand, daß erstere Art ihre Eier fast ausnahmslos auf dem Grunde des Uhrschälchens, letztere an den eingelegten *Myriophyllum*-Zweigen befestigt, die in den Teichen und Seen immer der Oberfläche zustreben und den wärmenden Einwirkungen der Sonne ausgesetzt sind.

Noch eine weitere Tatsache spricht für die soeben angeführte beiderseitige günstigste Entwicklungstemperatur. Sind die Eier diesen Temperaturen ausgesetzt und hat sich der Embryo bei *Dal. millportiana* nicht in spätestens 6 Tagen und bei *Gyr. hermaphroditus* nicht in spätestens 11 Tagen (einmal beobachtet!) entwickelt, so kann man das betreffende Ei mit Sicherheit als abgestorben bezeichnen. Bei den ihnen ungünstigen Temperaturen kann man dieses jedoch nie behaupten, da dann starke Verzögerungen in ihrer embryonalen Entwicklung auftreten.

Die von Luther (1904) und später von Steinmann und Bresslau (1913) festgestellte Gestaltsveränderung der Eier, wie sie für die Dauereier von *Mesostomum ehrenbergi* beschrieben ist, tritt bei den beiden von mir beobachteten Arten nicht ein. Sie behalten vielmehr während des ganzen embryonalen Entwicklungsganges ihre gleichbleibende Form. Auch das langsame Rotieren des Embryos in der Eihülle, wie es außer von jenen auch von Schneider (1873) für *Mes. ehrenbergi* beobachtet ist, habe ich bei den von mir untersuchten Arten nie bemerkt.

Hallez (1879), der die letztere Erscheinung außer für *Mes. ehrenbergi* auch noch für *Mes. productum* — für dieses auch Sekera — *Mes. stimulosum* und *Strongylostoma radiatum* angibt, erwähnt hingegen nichts davon bei *Gyr. hermaphroditus,* was sich mit meinen Beobachtungen deckt. Im Gegensatz zu ihm stellt sich jedoch Bresslau (1904) in Bezug auf die von jenem beobachtete Bildung der Gastrula durch Epibolie und der Keimblätter. Er sagt: „Sobald innerhalb der undifferenzierten Embryonalanlage differente Bildungen sichtbar werden, sind damit auch schon die definitiven Organe angelegt, ohne daß vorher irgendwelche primitive Sonderungen zu beobachten gewesen seien."

Ueber die Dauer der Embryonalentwicklung bei den *Rhabdocoelen* besitzen wir einige Angaben von Keller (1894) und Sekera (1904). Im Vergleich zu ihnen ist die bei meinen beobachteten Arten festgestellte die kürzeste. Keller sagt, daß sie bei *Stenostomum langi* 3 Wochen dauere, bei *Microstomum lineare* 1½ bis 5 Monate, je nach der Temperatur am Ende des Jahres, und bei *Prorhynchus balticus* 3—4 Wochen. Von der Eiablage bis zum

Ausschlüpfen des jungen Tieres vergehen nach Sekera bei *Mes. lingua und productum* für Subitaneier 10, bezw. 6 Tage, für Dauereier des ersteren 21 Tage; bei *Mes. ehrenbergi* sind die entsprechenden Zahlen *2* und 10 Wochen. Die Entwicklung der Embryonen von *Rhynchomesostoma rostratum* dauert nach ihm in Subitaneiern 14 Tage, in Dauereiern 3 Monate und mehr, die der *Dalyelliaarten 2*—3 Wochen und die von *Euvortex* 1—*2* Wochen, von denen also *Dal. millportiana* eine Ausnahme macht, und die der *Phaenocoraarten 2* Monate. Ob diese Zeiten unter den günstigsten Bedingungen gefunden sind, läßt sich nicht sagen. Nur soviel dürfte behauptet werden können, daß übermäßige Abkühlung oder Erwärmung des Wassers die embryonale Entwicklung auf längere Zeit hinaus aufhalten wird.

Eier und Embryonalentwicklung von Macrostomum tuba. Trotz eifrigster Bemühungen sind meine diesbezüglichen Beobachtungen so spärlich, daß ich sie nicht im Zusammenhange mit den beiden anderen Arten behandeln konnte.

Zur Zeit der Geschlechtsreife tritt seitlich von der weiblichen Genitalöffnung zunächst ein heller Flecken auf, der die Anlage eines Eies darstellt. Diese vergrößert sich schnell und nimmt etwa 1—*2* Stunden eine unregelmäßig rechteckige Form an, die in dem Druck, den der Oviduct auf es ausübt, ihre Erkärung findet. Nach weiteren 6 Stunden hat es sich bereits in das Antrum feminimum begeben, in dem es bei ruhiger Lage des Tieres eine runde Form zeigt. Wird jedoch der Körper zusammengezogen oder ausgestreckt, so folgt es diesen Bewegungen und erscheint bald abgeplattet, bald seitlich zusammengedrückt, bald oval u. s. f., kurz, die Gestalt wechselt ununterbrochen, bis nach 3 oder 4 Tagen die indessen härter gewordene Schale dem Ei seine endgültige fast runde Form gegeben hat.

Sobald das Ei in das Antrum eintritt, beginnt es sich zu verfärben und nimmt allmählich eine graue Farbe an, die nach v. Graff (1882 u. 1904—08) zur Zeit der Ablage hellbraun geworden ist. Seine Größe wird nach demselben mit 0,15 mm (Länge) : 0,09 mm (Breite) angegeben.

Oftmals waren *2* Eier im Antrum vorhanden, von denen das größere in der Richtung nach dem Kopf des Tieres hin vor dem kleineren lag. An ihrem Größenunterschiede (1 : etwa ½) war das verschiedene Alter sofort erkennbar. Ein einziges Mal beobachtete ich, daß neben diesen beiden Eiern ein drittes im Oviducte lag. Doch bevor dieses in das Antrum einrückte, war bereits das älteste abgelegt.

Die Zeit, in der das Ei seinen Bildungsprozeß vollendet, scheint nach meinen Aufzeichnungen sehr verschieden und von der Temperatur, der Ernährung und vielleicht anderen, mir unbekannten Faktoren abhängig zu sein. In den meisten Fällen nimmt die Ausbildung der Eier 3—4 Tage in Anspruch. Ein längeres Verweilen derselben im Muttertiere habe ich nicht beobachtet. Dagegen konnte ich verschiedentlich feststellen, daß sie bereits nach *2*- oder gar nach 1-tägiger Entwicklung zur Ablage kamen.

Mit diesen Beobachtungen stimmen die Angaben Meixners (1915 u. 1924), die er über die Gattung *Macrostomum* angibt, im wesentlichen überein. Erst an den der Reife nahen Eiern kommt es zur Ausbildung ihrer Hülle, indem sich die Schalentröpfchen an ihrer Peripherie anhäufen. Oft beherbergten seine Tiere 2, seltener 3 Eier in ihrem Körper, „deren Bildung allem Anscheine nach in größeren Intervallen erfolgte, da die Größenunterschiede der 3 hintereinander im Oviduct befindlichen Eier recht bedeutende sind." v. Graff hat bei *Macr. tuba* das „länger als bei anderen *Macrostomiden* im Antrum verweilende Ei" zugleich mit beweglichen Spermatozoen vorgefunden, was auf eine Befruchtung in diesem Teile des Geschlechtsapparates schließen läßt. Auch schreibt er ihm eine härtere Schale zu als den anderen *Macrostomiden.* Sekeras (1903) Behauptung, daß am *Macrostomum*-Ei die ersten Furchungsebenen bereits im Muttertiere gebildet werden, wird von Luther (1904) in Abrede gestellt. Auch ich habe Erscheinungen, die darauf hindeuten könnten, nie beobachtet.

Ueber die nach der Eiablage einsetzende Embryonalentwicklung, die mit dem Ausschlüpfen des jungen Tieres endet, war es mir unmöglich, auch nur eine Beobachtung zu machen. Ich wußte genau, an welchem Tage das alte Tier ein Ei abgelegt hatte; doch nur vergebens suchte ich es in dem Detritus aufzufinden. Deswegen setzte ich ein Tier in vollkommen klares Wasser und gab ihm zur Nahrung einige kleine Rotatorien hinzu. Doch wegen Fehlens von verwesenden Stoffen stellte das Tier sofort die Eibildung ein und ging bald zugrunde. An weiteren Versuchen, die ich besonders auch mit jungen Exemplaren anstellte, überzeugte ich mich, daß *Macr. tuba* ohne Detritus nicht lange zu leben vermag. In ihm werden aller Wahrscheinlichkeit nach die kleinen Eier abgelegt, so daß sie sich meiner Wahrnehmung entzogen.

Nach meinen Beobachtungen beläuft sich die embryonale Entwicklungszeit von *Macr. tuba* etwa auf 11 bis 13 Tage. Ich schließe dies daraus, daß von der ersten Eiablage bis zum Auffinden der ersten jungen Tiere diese Zeit verstrichen war.

Die Embryonalentwicklung einer *Macrostomumart* ist bis jetzt nur von Pereyaslawzewa (nach v. Graff) beschrieben worden. Es handelt sich dabei um *Macr. hystrix.* Den Bericht hat v. Graff in Form einer Zusammenfassung in Bronn's Klassen und Ordnungen wiedergegeben und bezeichnet ihn als wenig präzise, weswegen ich nicht auf ihn eingehen möchte.

Da ich den embryonalen Entwicklungsgang jener Art nicht verfolgen konnte, kann ich auch über die Zahl der Embryonen, die ein Ei birgt, nur Vermutungen aussprechen. Es ist mir aufgefallen, daß fast in jedem Fall, wenn ich ein soeben dem Ei entschlüpftes junges Tier im Uhrschälchen umherkriechen sah, auch ein zweites vorhanden war. Die Kapsel muß also 2 Embryonen beherbergt haben. Wir hätten es dann nicht mit Eiern, sondern mit Eikapseln im Sinne von v. Graff oder mit Cocons im Sinne von Korschelt und Heider zu tun.

Postembryonale Entwicklung. Die aus den Eiern schlüpfenden Jungen aller drei Arten — *Dalyellia millportiana, Macrostomum tuba* und *Gyratrix hermaphroditus* — beginnen sofort, in den kleinen Aquarien herumzukriechen. Ihr Körper ist unpigmentiert, so daß die in seinem Inneren vorhandenen Organe, das Gehirn, der Pharynx mit dem Darm und der Chitinapparat des männlichen Begattungsorganes, — letzterer ausgenommen bei *Dal. millportiana,* da er wahrscheinlich noch zu klein ist —, deutlich sichtbar sind. Sobald man sie mit einem Gegenstande auch nur leise berührt, zucken sie zusammen und weichen der Reizursache aus, indem sie seitwärts abbiegen; mithin besitzen sie bereits ein feines Gefühl und einen gewissen Orientierungssinn. Beim Aufsaugen mit der Pipette zwecks Ueberführung in ein anderes Uhrschälchen oder auf den Objekträger treten auch schon die Klebdrüsen in Tätigkeit, mittels derer sie sich an der Unterlage festhalten. Bei *Macr. tuba* sind sie auf der Unterseite seines abgerundeten Körperendes so gut entwickelt, daß nur ein ziemlich heftiger Wasserstrahl das Tier veranlassen kann, sich loszulösen. Hat man auf diese Weise die einzelnen Individuen zum Schwimmen gebracht, so lassen sie sich sofort wieder zu Boden sinken und kriechen weiter. Eine Fortbewegung durch Schwimmen kommt in den ersten 2 bis 3 Tagen ihres Lebens so gut wie gar nicht vor. Sie bedürfen gleichsam eines festen Gegenstandes, um ihren Körper daran anzuschmiegen. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß verschiedene Tiere der Arten *Dal. millportiana* und *Macr. tuba* beim Transport in der Pipette haften blieben und verloren gingen. Das einzige Mittel, dem vorzubeugen, ist Schnelligkeit. Es darf den Tieren keine Zeit gegeben werden, sich an der Wand der Glasröhre festzusetzen.

In ihrer Körperform sind sie den ausgewachsenen Individuen so gut wie vollkommen ähnlich. *Dal. millportiana* hat nur im Gegensatze zu ihnen einen stumpf abgerundeten Kopf, da die an seiner Seite liegenden Wimpergrübchen wegen ihrer unvollkommenen Entwicklung noch nicht zu einer Verbreiterung des Vorderendes geführt haben. Auch die Haftscheibe von *Macr. tuba* setzt sich beim Anheften des Tieres an einen Gegenstand noch nicht vom übrigen Körper ab wie bei den älteren Tieren, sondern behält ihre gewöhnliche Lage bei. Diese Unterschiede gleichen sich jedoch innerhalb kurzer Zeit aus. *Dal. millportiana* braucht hierzu etwa 4—5 Tage, *Macr. tuba* 5—7 Tage.

Die Größe der ausschlüpfenden Jungen beträgt etwa ¼ derjenigen der ausgewachsenen Individuen. Durch häufig angestellte Messungen ergab sich für *Dal. millportiana* in etwa 70% 0,36 mm zu 0,09 mm (Länge, Breite), mit den Grenzmaßen 0,33 mm zu 0,08 mm und 0,38 mm zu 0,09 mm, für *Macr. tuba* 0,32 mm zu 0,07 mm (Grenzmaße: 0,3 mm zu 0,065 mm und 0,33 mm zu 0,075 mm) und für *Gyr. hermaphroditus* 0,45 mm zu 0,1 mm (Grenzmaße: 0,44 mm zu 0,09 mm und 0,465 mm zu 0,11 mm). Die Messungen sind so vorgenommen, daß die Tiere, während sie ausgestreckt auf dem Ob-

jektträger umherkrochen, mit dem Okularmikrometer gemessen wurden. Die hierbei erhaltenen Maße bedurften dann noch der Umrechnung nach dem Objektmikrometer, um die exakten Werte zu gewinnen. Wegen der raschen Bewegungen der Tiere maß ich immer 4 bis 5 mal und nahm aus den gefundenen Zahlen den Durchschnitt, so daß ich die oben angegebenen Maße mit einiger Sicherheit als richtig bezeichnen darf.

Ueber derartig angestellte Messungen bei soeben ausgeschlüpften jungen *Rhabdocoelen* berichtet bis jetzt nur Sekera (1904) und v. Haffner (1925). Ersterer stellte fest, daß die Jungen von *Mesostomum ehrenbergi* 1,3 zu 0,3 mm (Länge/Breite) bis 1,7 zu 0,34 mm maßen, die von *Mes. productum* 0,34 zu 0,06 mm, von *Mes. lingua* 0,5 zu 0,1 mm und von *Bothromesostoma personatum* 0,4 bis 0,6 zu 0,17 mm, und letzterer gibt die Größe der aus dem Ei geschlüpften Jungen von *Dalyellia viridis* mit 0,5 mm an. Durch das Hinzufügen der gefundenen Maße meiner 3 Arten wird das Bild, das man bis heute über die Größe der schlüpfenden Embryonen der *Rhabdocoelen* hat, vervollständigt.

Wie bereits erwähnt, ist der Körper aller drei von mir beobachteten Arten bei der Geburt unpigmentiert und infolgedessen durchsichtig. Während *Macr. tuba* und *Gyr. hermaphroditus* diese Eigenschaft zeitlebens beibehalten, nimmt *Dal. millportiana* innerhalb 7—8 Tagen eine dunkelrotbraune, bisweilen fast schwarze Farbe an. Die ersten Zeichen der Verfärbung treten bereits am zweiten Tage nach der Geburt in der Pharynxregion und an den Längsseiten des Tieres auf. Von hier aus breitet sie sich über seine ganze Oberfläche aus und gibt ihm zunächst eine rostbraune Farbe, die über dem Darme wegen seines Inhaltes etwas dunkler erscheint. Dieser Unterschied schwindet mit der weiteren Verfärbung immer mehr, bis sie in dem Darmabschnitte vollkommen einheitlich ist. Nicht denselben Grad der Färbung besitzt dagegen der vordere Körperabschnitt, der im Vergleich zu jenem etwas heller bleibt.

Im Verlauf des ersten Tages nehmen die aus dem Ei geschlüpften Jungen keine Nahrung auf. Infolge der in ihrem Darm noch vorhandenen Nährsubstanzen erscheint er schwarz. Versuche, bei denen ich die Tiere in filtriertes Teichwasser setzte, ohne ihnen irgendwelche Nahrungsstoffe beizufügen, zeigten, daß sie 5—6 Tage auf Kosten dieses Vorrates zu leben vermögen. Will man sie am Leben erhalten, so muß ihnen jedoch spätestens nach 3 Tagen für die nötige Nahrung gesorgt werden.

Diese besteht für *Dal. millportiana* ausschließlich aus kleinen *Ciliaten,* Detritus verlangt sie absolut nicht. Ich fand dieses Resultat dadurch, daß ich einige Tiere in kleine Aquarien mit reinem Wasser setzte, dem ich einige Tropfen einer *Colpidien*-Kultur hinzufügte, andere in solche, die eine kleine Menge von reinem Detritus enthielten. Dabei stellte sich bald heraus, daß erstere in ihren Bewegungen lebhaft blieben und normaler Weise weiterwuchsen, während letztere bereits am dritten Tage ruhiger wurden und in ihrem Wachstume zurückblieben.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei *Macrostomum tuba*. *Ciliaten* werden von ihm auch in seinem späteren Leben immer verschmäht. Dagegen gibt es sich in den ersten Tagen mit Detritus zufrieden.

Schon aus der Art der Nahrungsaufnahme beider Tiere läßt sich auf deren Beschaffenheit schließen. Sobald *Dal. millportiana* ein Beutetier in der Nähe ihres Kopfes wahrnimmt, schnellt sie mit großer Geschicklichkeit ihren Pharynx nach ihm hin. Dabei wird die Mundöffnung erweitert, sodaß jenes wie von einem Trichter umgeben wird. Durch das sofortige Zurückziehen des Pharynx wird seine Innenwand fest um die Beute gelegt, die infolgedessen nicht mehr entweichen kann, sondern in den Schlund gezogen wird. All dies geschieht außerordentlich rasch. Es folgen einige Schluckbewegungen, durch die das erhaschte Tier in den Darm gelangt, woselbst es noch kurze Zeit umherirrt, bis es den Verdauungssäften erliegen ist. *Dal. millportiana* stellt also einen echten Räuber unter den*Rhabdocoelen* dar.

Macrostomum tuba hingegen kriecht über seine Nahrung hin, bis sie genau unter seinem Munde, der im ruhigen Zustande einen geraden in der Längsrichtung des Körpers verlaufenden Strich darstellt, zu liegen kommt. Dann öffnet es ihn dadurch, daß es ihn in seiner Längsachse zusammenzieht, wobei sich seine beiden Seitenränder nach links und rechts verschieben. Diesen Bewegungen muß natürlich die anliegende Körperpartie folgen, die deshalb verbreitert erscheint. Der so geöffnete Mund stülpt sich über die Nahrung, die bei seinem Schließen von dem Pharynx aufgenommen und von hier in den Darm befördert wird.

Wenn auch die Art der Nahrungsaufnahme nicht komplizierter, eher vielleicht einfacher ist als bei *Dal. millportiana,* so vermißt man doch durch den Mangel eines aufstülpbaren Pharynx jedwelche Geschicklichkeit, ein Beutetier zu ergreifen. Das Tier ist infolgedessen gezwungen, vegetabilische Nahrung aufzunehmen, obwohl es späterhin auch tierische Kost — aber keine *Ciliaten* — nicht ganz verschmäht.

Gyr. hermaphroditus sagt in seiner Jugend weder die eine, noch die andere Nahrung zu. Trotzdem ich den jungen Tieren dieser Art Detritus und *Ciliaten* anbot, blieb deren Darm leer und durchsichtig. An dem Tiere, das ich am längsten halten konnte, und zwar in einem kleinen, nicht besonders präparierten Aquarium (17 Tage), versuchte ich wiederholt, seinen Darminhalt unter dem Mikroskop zu bestimmen. Doch meine Bemühungen waren erfolglos. Ich konnte nur eine undifferenzierte bräunliche Masse feststellen. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß ich den Lebenslauf jener Art nicht weiter verfolgen konnte; denn die jungen Tiere starben offenbar wegen Nahrungsmangels in kürzesten Fristen ab. Infolgedessen erstreckt sich meine weitere Darstellung nur auf Beobachtungen, die ich an *Dal. millportiana* und *Macr. tuba* gemacht habe.

Das Wachstum vollzieht sich bei diesen beiden Arten unter normalen Verhältnissen ganz gleichmäßig, und zwar beträgt das tägliche Längenwachstum bei *Dal. millportiana* 0,05 mm, das der Breite 0,005 mm und bei *Macr. tuba* etwa 0,04 mm und bezw. 0,01 mm. Nur am ersten Tage findet sich bei *Dal. millportiana* insofern eine Ausnahme, daß sein Wachstum innerhalb 24 Stunden bis 0,1 mm beträgt, was späterhin jedoch niemals mehr vorkommt. In den angegebenen ganz gleichmäßigen Größen wächst diese Art innerhalb 14 Tagen zum ausgebildeten Tier heran. Ungefähr am 8. Tage tritt jedoch eine fast plötzliche Verbreiterung des Körpers um etwa 0,04—0,05 mm auf; es ist dieses der Zeitpunkt, an dem sich die Geschlechtsorgane auszubilden beginnen, ein Vorgang, der innerhalb 1 bis 1½ Tagen vollendet ist.

Macr. tuba hingegen weicht in den ersten 14 Tagen von der mitgeteilten Norm (0,04 mm und 0,01 mm in 24 Stunden) nicht ab. Dann aber tritt zugleich mit einem schnelleren Längenwachstume (etwa 0,07—0,1 tägl.) auch ein schnelleres Breitenwachstum (etwa 0,02 mm tägl.) ein, das ungefähr 8 Tage anhält. Mit dem Beginn dieser Erscheinung fällt ebenso wie bei *Dal. millportiana* die Entwicklung der Geschlechtsorgane zusammen, die hier in der Regel etwa 2 Tage in Anspruch nimmt. Hieraus ist ersichtlich, daß das Wachstum der beiden Tierarten auch noch über die Geschlechtsreife hinaus andauert.

Sobald die Tiere geschlechtsreif geworden sind, beginnt bei ihnen sofort die Bildung von Eiern. Zu ihrer Befruchtung ist eine gegenseitige Begattung nicht notwendig; beide Arten vermögen sich durch Selbstbefruchtung zu vermehren. Von *Dal. millportiana* separierte ich 10 und von *Macr. tuba,* von welcher Art ich nur über wenige Exemplare verfügte, 3 soeben aus dem Ei geschlüpfte junge Tiere, indem ich jedes in ein besonderes Aquarium setzte. Nach Verlauf von 10—17 Tagen befanden sie sich alle in Eibildung. Die von *Dal. millportiana* abgelegten Eier überführte ich in ein besonderes Schälchen, um mich zu überzeugen, ob sie befruchtet waren oder nicht. Nach 2—3 Tagen hellte sich die Eihülle auf, so daß der Embryo zu sehen war. Mithin hatte ich die Gewißheit, daß Selbstbefruchtung vorlag. Die ausgeschlüpften Jungen separierte ich abermals und konnte feststellen, daß sie gut gediehen und sich nach etwa 1 Woche wieder in Eibildung befanden. In dieser Weise habe ich 3 Generationen beobachtet, aber niemals den geringsten Rückgang in einer ihrer Lebenstätigkeiten feststellen können.

Bei dem lebend gebliebenen *Macr. tuba* — die beiden anderen sind aus mir nicht bekannten Ursachen zugrunde gegangen — habe ich zwar die abgelegten Eier nicht gefunden; jedoch waren 11 Tage nach der wahrgenommenen Ablage der Eier 2 junge Tiere im Aquarium vorhanden, denen später noch mehrere folgten. Wie bei *Dal. millportiana* waren auch sie imstande, abermals entwicklungsfähige Eier zu erzeugen.

Die Zeit, die *Dal. millportiana* von der Geburt bis zur Erlangung der Geschlechtsreife braucht, unterliegt gewissen Schwan-

kungen, die sicherlich von der Ernährung, der Temperatur des Wassers und anderen Faktoren abhängt. Nicht selten beginnen die Tiere bereits am 7. Tage nach der Geburt mit der ersten Eiablage, weitaus die meisten jedoch am 9., 10., 11. oder 12. Tage ihres Lebens, weswegen dieser Termin als Durchschnittsregel angenommen werden dürfte. Mit der weiteren Zunahme der Tage verringert sich die Anzahl der Individuen, die erst jetzt zur Eiablage schreiten. Nach meinen Aufzeichnungen beträgt die längste diesbezügliche Zeit 20 Tage.

Im Verhältnis zu *Dal. millportiana* braucht *Macr. tuba* fast die doppelte Zeit, um zum ersten Male zur Eiablage zu gelangen. Zwar beginnt der Geschlechtsapparat sich etwa am 14. oder 15. Tage seines Lebens auszubilden und am fogenden oder überfolgenden Tage in Eiproduktion zu treten; doch dadurch, daß das Ei noch 3 Tage und mehr im Antrum verweilt, verläßt es in der Regel erst in der Zeit vom 19. bis 22. Tage den Körper. 5 der von mir beobachteten 7 Tiere — 3 von den diesbezüglichen Versuchstieren waren bereits abgestorben — legten innerhalb der genannten Zeit ihr erstes Ei ab. Von den beiden anderen hatte eines schon am 18. Tage nach der Geburt mit der Eiablage begonnen, während ich beim zweiten Tiere dieselbe erst am 28. Tage feststellen konnte.

Ueber die Lebensweise der aus dem Ei geschlüpften Jungen liegen in der Literatur keine Angaben vor. Ebenso beschränkt sie sich bezüglich der Verfärbung nur auf die Ausführungen von Sekera (1903) und von v. Haffner (1925). Auch diese sind wie ich zu dem Ergebnis gekommen, daß die jeweils verschiedene Art der Verfärbung der in Rede stehenden Tiere vor deren völligem Auswachsen beendet ist.

Hingegen erfahren wir schon mehr über die Zeit, in der sich die individuelle Entwicklung verschiedener *Rhabdocoelen-Arten* bis zur Erlangung ihrer Geschlechtsreife vollzieht. Die ersten Angaben hierüber macht Schneider (1873), indem er berichtet, daß *Mesostomum ehrenbergi* in etwa 2 Wochen geschlechtsreif ist, welcher Wert von Sekera (1904 u. 06) zunächst beibehalten, später jedoch auf 12 Tage verbessert wird. Außerdem gibt letzterer noch die entsprechende Entwicklungszeit für die pelagisch lebenden Sommertiere von *Mesostomum productum* mit einer Woche an, während *Bothromesostoma personatum* 3 Wochen und *Phaenocora* 2 Wochen benötigt, um geschlechtsreif zu werden. v. Graff stellt fernerhin in Bronns Klassen und Ordnungen fest, daß hierzu nach Brinkmann *Mesostomum craci* 11—17 Tage und *Olisthanella obtusa* nach Parádi nur 10 Stunden gebraucht. Mithin fügen sich die von mir gefundenen Zeiten meiner Tiere gut in die bereits festgestellten einschlägigen Ergebnisse ein.

Beobachtungen in Bezug auf die Selbstbefruchtung sind bis jetzt von Luther (1904), Sekera (1906) und Steinmann und Bresslau (1913) gemacht worden. Ersterer berichtet sie von *Typhloplana,* während Sekera außer bei derselben Art sie bei *Prorhynchus stagnalis,* der Gattung *Olisthanella,* den *Eumestosto-*

minen, Strongylostoma, der Gattung *Castrada, Macrostomum, Gyrator* und bei verschiedenen *Dalyelliden* festgestellt hat. Wenn auch seine Versuchstiere der Gattung *Macrostomum* und *Dalyellia* andere waren als die meinen, so haben jedoch seine Beobachtungen eine erneute Bestätigung gefunden, obwohl Luther die Selbstbefruchtung bei *Macrostomum* in Zweifel stellt. Außer von jenem ist sie für *Mesostomum ehrenbergi* abermals von Steinmann und Bresslau angegeben worden.

Von der ersten Eiablage bis zum Tode. Wie bereits erwähnt, reicht das Wachstum beider Tiere um einige Tage über den Zeitpunkt der ersten Eiablage hinaus. Ihre endgültig erreichte Größe schwankt bei *Dal. millportiana* zwischen 0,95 mm bis 1,5 mm (Länge) : 0,19 mm bis 0,20 mm (Breite), bei *Macrostomum* 1,6 mm bis 3,0 mm : 0,28 mm bis 0,3 mm. Doch möchte ich diese Zahlen, die ich an den in Gefangenschaft gehaltenen Tieren durch häufige Messungen gefunden habe, nicht als absolute Maximalwerte betrachten. Es besteht eine große Wahrscheinlichkeit, daß die Tiere im Freien, wo die Lebensbedingungen für sie am günstigsten sind, eine Größe erreichen, welche die oben angegebene um ein geringes übertrifft. Ein großer Unterschied kann jedoch keinesfalls vorhanden sein, da er sich sonst auch zum mindesten bei einem meiner Versuchstiere hätte einstellen müssen.

v. Graff (1882) stellt die Größe von *Dal. millportiana* mit 1, höchstens 1,5 mm fest und sagt von *Macr. tuba,* daß es 2,5 mm lang sei und daß seine Breite ⅛ der Körperlänge betrage. Diese etwas größeren Zahlen wird er wohl dadurch erhalten haben, daß er seine Messungen an soeben eingefangenen Tieren angestellt hat, die durch die Gefangenschaft nicht in ihrem Wachstume behindert waren.

Die Nahrung der ausgewachsenen Tiere ist im wesentlichen die gleiche wie in ihrer Jugend. *Dal. millportiana* überfällt jetzt zwar auch größere *Ciliaten* und scheut sich nicht, seine Stammesgenossen anzugreifen. So sah ich, wie sie ein *Stenostomum langi* überfiel und das abgerissene Hinterende seiner Beute verschluckte. Doch muß ihr die Nahrung nicht zugesagt haben, da sie am folgenden Tage trotz ihres Wohlbefindens am vorhergehenden verendet war. Dieselbe Erfahrung machte ich mit einigen Exemplaren der Art *Macr. tuba,* die etwa 10 Tage nach der Geburt neben Detritus auch tierische Kost zu sich zu nehmen beginnen, wie auch v. Haffner (1925) bei seiner *Dalyellia viridis* beobachtet hat. Statt *Rotatorien,* die mit besonderer Vorliebe verzehrt werden, zu jener Zeit aber nicht in ausreichender Menge zu haben waren, gab ich ihnen einige kleine Stücke jener *Stenostomum*-Art in die Aquarien. Am folgenden Vormittage mußte ich feststellen, daß die Tiere während der Nacht zugrunde gegangen waren. Durch diese auffallende Erscheinung ist es vielleicht möglich anzunehmen, daß *Sten. langi* gewisse Substanzen oder Sekrete enthält, die auf andere Tiere eine todbringende Wirkung ausüben; die Tatsachen sprechen wenigstens hierfür.

Die Art der Fortbewegung ist bei beiden von mir beobachteten Tieren hauptsächlich ein gleichmäßiges Vorwärtsgleiten auf dem Grunde des Schälchens oder an den Zweigen der eingelegten Wasserpflanze entlang. Sie ist bedingt durch die Bewimperung, indem die Tiere durch das eifrige Schlagen der Cilien vorwärts getrieben werden. Auf dieselbe Weise erfolgt auch das Schwimmen, das infolgedessen fast immer in gerader Richtung ausgeführt wird. Nur insofern besteht zwischen beiden Arten ein Unterschied, daß *Dal. millportiana* ein viel besserer Schwimmer ist als *Macr. tuba*. Außerdem vermag sich erstere durch egelartige Schlängelungen des Körpers, wie sie bis jetzt nur von Luther (1904) und Steinmann und Bresslau (1913) für *Mesostomum ehrenbergi* beschrieben ist, sehr geschickt fortzubewegen und an dem Oberflächenhäutchen des Wassers entlangzugleiten. Hierbei hat sie jedoch nicht, wie von demselben Autor für *Mesostomum lingua* und *Bothromesostoma essenii* und *personatum* angegeben wird, die Unterseite nach oben gerichtet, sondern umgekehrt, ihre natürliche Lage beibehaltend.

In derselben Weise wie die *Mesostomum*-Arten bewegt sich jedoch *Macrostomum tuba* an der Oberfläche des Wassers fort. v. Graff (1882) gibt hierzu noch an, daß dieses „häufig" geschehe, was ich jedoch nach meinen Beobachtungen nicht sagen kann. Ich habe vielmehr im Gegenteil gesehen, daß *Macr. tuba* viel seltener als *Dal. millportiana* diese Bewegungsart gebraucht.

Sobald *Macr. tuba* die Geschlechtsreife erlangt hat, bleibt es ununterbochen in Eiproduktion, bis die Geschlechtsdrüsen allmählich zurückgebildet werden. Dieser Zeitpunkt tritt ungefähr zu Beginn des dritten Monates seines Lebens ein. Nach meinen Beobachtungen kann ein Tier bis dahin 20—25 Eier abgelegt haben. In der nach den oben gemachten Ausführungen wohl berechtigten Annahme, daß, wenn auch nicht jede, so doch die meisten Eikapseln 2 Embryonen enthalten, ist für eine ausreichende Nachkommenschaft Sorge getragen. Nach der letzten Eiablage wird die Rückbildung der Geschlechtsorgane äußerlich durch eine Verminderung der Körperbreite sichtbar. Eine abermalige Neuausbildung derselben, wie sie Steinmann und Bresslau (1913) bei *Mesostomum ehrenbergi* und ich bei meinem zweiten Untersuchungsobjekt beobachtet habe, kommt hier nicht vor.

Die gesamte Zeit, in der *Dal. millportiana* imstande ist, Eier zu produzieren, läßt sich in 3 Perioden einteilen, eine Vorperiode, eine Hauptperiode und eine Nachperiode. In der Vorperiode werden gewöhnlich nur 2—4, ausnahmsweise 5 Eier abgelegt. Ihr folgt eine Zwischenzeit von 1—3 Tagen ohne jede Eiablage; eine Aenderung der Geschlechtsorgane ist in diesen Tagen nicht wahrzunehmen. Die nun beginnende Hauptperiode hält bei fast täglicher Eiablage 14 bis 17 Tage an, in welchem Zeitraume ungefähr die gleiche Anzahl von Eiern abgelegt wird. Es kommt zwar gelegentlich vor, daß von einem Tage zum andern 2 Eier abgelegt werden. Nach meinen Tagebuch-Aufzeichnungen traf dies jedoch höchstens 3 mal

bei ein und demselben Individuum zu. Den Grund hiervon erblicke ich darin, daß das erste Ei kurz nach meiner Beobachtung abgelegt wurde und das zweite Ei kurz vor der nächsten nach 24 Stunden geschehenen bereits gefolgt war. Denn niemals habe ich feststellen können, daß, solange sich ein Ei im Atrium befand, ein zweites in Bildung begriffen gewesen sei.

Im Auftreten der bereits beschriebenen Perioden herrscht eine auffallende Regelmäßigkeit bei fast allen Tieren dieser Art. Unter 25 diesbezüglichen Beobachtungen wichen nur 4 Individuen von der Norm ab, indem sie die Zwischenzeit ausfallen ließen und in der täglichen Eiablage ohne Unterbrechung bis zur Beendigung derselben fortfuhren. Nr. 6 und 8 der unten folgenden Tabelle geben hierfür ein Beispiel.

Vollkommen unregelmäßig ist jedoch die zweite Zwischenzeit und die Nachperiode. Erstere erstreckt sich meistens auf 4—7 Tage, kann jedoch vollkommen fehlen oder auf längere Frist (bis 21 Tage) augedehnt werden. In den beiden letzteren Fällen beobachtet man nach Beendigung der Hauptlegeperiode eine Rückbildung der Geschlechtsorgane, besonders der Hoden und Dotterstöcke, die schon äußerlich dadurch erkennbar ist, daß die Breite des Tieres in der Region, wo jene liegen, sich verschmälert. Treten jedoch die Tiere in eine Nachperiode ein, was fast als Regel angenommen werden kann, so kommt es zu einer schnell vorübergehenden Neuausbildung der betreffenden Organe, durch die sie befähigt werden, nochmals 2—4 Eier zu erzeugen. Ihre Ablage erfolgt nun nicht kontinuierlich von 24 Stunden zu 24 Stunden, sondern ist stets durch zwei oder mehrere Tage unterbrochen (siehe Tabelle IV Seite 47).

Die größte Zahl der Eier, die ein Individuum in der Gefangenschaft insgesamt hervorbrachte, war 25. Berechne ich aber den Durchschnitt aus der Menge derer, die meine am längsten gehaltenen Versuchstiere im Verlaufe ihres Lebens abgelegt haben, so komme ich auf 20 ($19^5/_6$) Eier pro Individuum. An und für sich ist dies nicht ungemein viel; berücksichtigt man jedoch deren kurze Entwicklungszeit bei einer verhältnismäßig niederen Temperatur, so wird es uns verständlich, das *Dal. millportiana* in so großer Menge in unseren Gewässern anzutreffen ist.

Ueber die Höchstzahl der abgelegten Eier eines und desselben Individuums finden wir einige Angaben bei Steinmann und Bresslau (1913), nach denen *Mesostomum ehrenbergi* imstande ist, bis 72 Subitaneier und etwa 40—50 Dauereier zu erzeugen. Dem gegenüber steht die Feststellung Sekeras (1904), daß dasselbe Tier nur bis 50 Subitan- und bis 30 Dauereier produzieren kann. Von letzterem besitzen wir außerdem noch entsprechende Zahlen für die Menge der abgelegten Eier von *Mesostomum productum* (Subitaneier: 15—20, Dauereier: 4 und bei der pelagischen Form: 10), von *Mes. lingua* (Subitaneier: bis 68, häufiger 40 bis 50, Dauereier: 60), von *Bothromesostoma personatum* (Subitaneier: bis 36, Dauereier: 20 bis 30), von *Dalyellia viridis* (72 bis 80) und von *Typhloplana minima,* von der er zwar nur sagt, daß er 3 bis 6 Subi-

taneier oder unr 1 Dauerei im Tierkörper gefunden habe. Im Vergleiche zu diesen Angaben muß zugestanden werden, daß die von mir untersuchten Arten verhältnismäßig wenige Eier produzieren. Darum wäre es von äußerstem Interesse nachzuforschen, wie sich die bis jetzt noch nicht genauer untersuchten *Rhabdocoelen* im einzelnen in dieser Beziehung verhalten.

Nach der letzten Eiablage setzt, wie ich zuvor schon angegeben habe, die oder bei *Dall. millportiana* eine evtl. abermalige Rückbildung der Geschlechtsdrüsen ein. Eine zweite Neuausbildung derselben habe ich nicht wahrgenommen. Obwohl die Tiere mit diesem Zeitpunkte ihren Hauptlebenszweck, die Erhaltung der Art, erfüllt haben, pflegen sie nicht sofort zugrunde zu gehen, sondern leben noch eine beträchtliche Zeit weiter. So konnte ich *Macr. tuba* in einem Falle noch 25 Tage am Leben erhalten, die beiden anderen Exemplare derselben Art starben aber bereits 19, bezw. 20 Tage nach der Ablage ihres letzten Eies. Diese 3 Individuen, die mir zur Bestimmung der Lebensdauer ein brauchbares Material lieferten, sind die einzigen, die mir von 10 Tieren derselben Art, mit denen ich meine Versuche begonnen hatte, übrig geblieben waren. Ich bedauerte es sehr, nicht mehr Exemplare zur Verfügung gehabt zu haben, um die gewonnenen Beobachtungen durch weitere zu ergänzen und zu vermehren. Deshalb habe ich noch verschiedentlich versucht, diese Art zu fangen. Doch mit Ausnahme des einen Exemplares habe ich sie niemals mehr aufgefunden. Da, wie ich schon ausführte, viele Individuen dieser Art, sei es durch Nahrungsmangel oder andere Ursachen, zugrunde gegangen waren, ebensoviele aber auch zu Regenerationsversuchen verwandt wurden, war es mir nicht möglich, weitere Feststellungen zu machen.

Es sei mir erlaubt, an dieser Stelle noch eine Beobachtung anzuführen, die ich an jenem ersten Exemplar von *Macrostomum tuba* gemacht habe. Als ich das Tier nach dem Fange auf seine besondere Beschaffenheit hin untersuchte, fiel mir auf, daß es keine Augen besaß. Hierdurch gestaltete sich seine Artbestimmung sehr schwierig, bis ich seinen Chitinapparat entdeckte, der jeden Zweifel ausschaltete, obwohl es nach den verschiedenen Bestimmungstabellen Augen besitzen mußte. Deshalb bat ich mehrere Mitarbeiter im Institute, sich über das Fehlen oder Vorhandensein der Augen orientieren zu wollen. Auch sie kamen stets zu der Ueberzeugung, daß das Tier augenlos sei. Kurze Zeit nach dem Fange trat es in Eiproduktion, und alle aus seinen Eiern ausgeschlüpften Jungen zeigten deutlich die für die Art angegebenen 2 Augen, die sie während ihres ganzen Lebens behielten.

Hieraus schließe ich, daß auch das einzig von mir gefundene Exemplar zunächst mit Augen ausgestattet war, sie aber infolge seines fast ständigen Aufenthaltes im Schlamm zurückgebildet worden sind.

Diese Zurückbildung der Augen scheint bei den *Rhabdocoelen* nicht allzuselten vorzukommen. Von einem *Derostoma unipunctatum* ohne Augen berichtet Sekera (1904) und Meixner (1915)

gibt an, daß er „unzweifelhaft zu *Microstomum lineare* und *inerme* gehörende augenlose Individuen wiederholt im litoralen Schlamme des Untersees ... angetroffen habe." Mithin kann bei der Bestimmung eines *Rhabdocoel* dem Fehlen von Augen offenbar kein großer Wert beigemessen werden, und es ist nicht möglich, derartige Individuen als „physiologische Abarten" zu bezeichnen, wie auch v. Graff (1904—08) schon richtig erkannt hat.

Zurückkommend auf meine Beobachtungen über das Weiterleben der Tiere nach ihrer letzten Eiablage ist hinzuzufügen, daß ich auch *Dalyellia millportiana* ebenso wie *Macrostomum tuba* über 20 Tage lang am Leben erhalten konnte. Von 12 Exemplaren, welche die günstigsten Objekte darstellten, starb eines nach 22 Tagen, 3 nach 21 Tagen und die übrigen im Verlaufe von 9—20 Tagen. Hieraus läßt sich erkennen, daß mit der Rückbildung der Geschlechtsdrüsen nicht auch ein Absterben des Tieres verbunden sein muß; dieses kann vielmehr in seinem senilen Zustande noch eine verhältnismäßig beträchtliche Zeit weiterleben.

6—8 Tage vor dem Tode der Tiere beginnen Erscheinungen und Veränderungen an dem Körper aufzutreten, die sein herannahendes Ende ankündigen. Zunächst beobachtet man, daß sie keine Nahrung mehr aufzunehmen pflegen. Besonders bei *Macr. tuba* konnte ich sehen, daß der Darm vollkommen leer war, und *Dal. millportiana* bemühte sich nicht mehr, die ihren Kopf berührenden Beutetiere zu erhaschen, was in früheren Tagen bei ihrer großen Gefräßigkeit niemals vorgekommen wäre.

In den letzten 2—3 Tagen ihres Lebens stellen sie dann auch ihre Bewegungen fast vollständig ein. Sie liegen träge am Boden des Uhrschälchens oder sitzen unbeweglich an einem Zweige der dem Wasser beigefügten Pflanze. Bei einer Berührung mit der Nadel reagieren sie nicht mehr auf den ausgeübten Reiz, sondern verbleiben in ihrer ursprünglichen Lage. Bringt man sie an die Oberfläche des Wassers, so lassen sie sich sofort wieder auf den Boden sinken, um daselbst ruhig liegen zu bleiben. Nur selten kann man sie veranlassen, eine Bewegung auszuführen, die dann sehr langsam vonstatten geht, wie es bereits Sekera (1906) an einem *Mesostomum ehrenbergi* beobachtet hat. Die Cilien haben also ihre Funktionsfähigkeit bereits in hohem Maße verloren. Aeußerlich ist dies daran zu erkennen, daß kleine Detritusteilchen, die in die Nähe des Tieres gelangen, nicht mehr mit jener Schnelligkeit wie früher von dem durch die Cilien erzeugten Wasserstrom rückwärts befördert werden, sondern daß sie langsam am Tierkörper entlang gleiten.

Während *Dal. millportiana* in diesem Zustande ihre gewöhnliche gestreckte Körperlage beibehält, wird sie bei *Macr. tuba* insofern geändert, daß dessen Körper nunmehr einen fast sich schließenden Bogen bildet. Bei und nach ihrem Tode verharren sie in der geschilderten Lage.

Nach dem Eintritt der Bewegungsträgheit beginnt sich der Körper beider Tiere dunkler zu färben. Besonders auffallend ist dieser Farbenwechsel bei *Macr. tuba*. Sein Körper, der bis dahin hell und

durchsichtig war, verfärbt sich allmählich so stark, daß er am letzten Tage vor dem Tode eine tiefgraue Farbe angenommen hat, während *Dal. millportiana* tiefschwarz wird. Diese Verfärbung erstreckt sich vollkommen gleichmäßig über den ganzen Körper beider Tiere und tritt nicht fleckenhaft auf, wie es Sekera (1906) von einem altersgeschwächten *Mesostomum ehrenbergi* beschrieben hat.

Der Erwähnung wert kann vielleicht erscheinen, daß die Farbe von *Macr. tuba* nach dem Tode wieder durchweg gleichmäßig heller wird, während bei *Dal. millportiana* weiße, über den ganzen Körper zerstreute Flecken auftreten, die sich allmählich vergrößern. Der Kadaver erhält so schließlich eine weiße Farbe, die mit schwarzen Punkten und Flecken durchsetzt ist.

Zusammenfassung und Ergebnis.

Im vorhergehenden ist der Lebenslauf der Rhabdocoelenarten *Dalyellia millportiana* und *Macrostomum tuba* in der von mir beobachteten Weise beschrieben worden. Eine Zusammenfassung der wichtgsten Daten ihres Lebens läßt sich am übersichtlichsten in je einer Tabelle darstellen. weswegen ich sie an dieser Stelle folgen lasse.

Tabelle IV.

1. Versuch Nr.	2. Tag der Geburt	3. Reifungs-zeit	4 Anzahl der Eier der Vorperiode	5 Dauer der ersten Zschzt.*)	6 Anzahl der Eier der Hptper ode	7. Dauer der zwe ten Zschzt.	8 Anzahl der Eier der Nonperiode	9. Gesamtz der abgel. Eier	10 Die bis zum Tode verbl Zeit	11. Tag des Todes	12. Lebens-dauer
A. 22	28. X. 26	20 Tge.	2	3	13	2	2	17	15	24.XII.26	57 Tge.
A. 1	10. XI. 26	7 „	4	3	6 + 10 (4Tg.Zschzt.)	0	0	20	21	1. I.27	52 „
A. 23	10. XI. 26	9 „	2	1	20	4	2	24	20	10. I.27	61 „
A. 3	21. XI. 26	10 „	5	3	13	4	3	21	16	12. I.27	52 „
C. 4	21. XI. 26	12 „	3	3	15	4	1	19	18	15. I.27	55 „
B. 12	23. XI. 26	15 „	0	0	17	5	3	20	21	22. I.37	60 „
A. 26	23. XI. 26	9 „	2	2	19	7	4	25	15	26. I.27	64 „
A. 25	23. XI. 26	7 „	0	0	16	8	2	18	22	18. I.27	56 „
B. 14	26. XI. 26	12 „	4	1	16	7	3	23	14	24. I.27	59 „
C. 1	27. XI. 26	14 „	1	2	15	5	3	19	15	28. I.27	62 „
C. 2	27. XI. 26	13 „	3	1	16	10	2	21	21	2. II.27	67 „
A. 18	27.XII.26	16 „	1	5	8	18	2	11	9	30. I.27	59 „

*) Zschzt. = Zwischenzeit.

Uebersicht über 12 Lebensläufe von *Dalyellia millportiana.*

Tabelle V.

Nr	1. Versuch Nr.	2. Tag der Geburt	3. Reifungs-zeit	4. Letzter Tag der Einbildung	5. Die bis zum Tode ver-bleib. Zeit	6. Tag des Todes	7. Lebens-dauer
1.	B. 11	20. X. 26	19 Tge.	27. XII. 26	19 Tge.	15. I. 27	87 Tge.
2.	A. 7	19. XI. 26	18 „	25. I. 27	25 „	19. II. 27	93 „
3.	A. 10	23. XI. 26	19 „	15. I. 27	20 „	4. II. 27	73 „

Uebersicht über 3 Lebensläufe von *Macrostomum tuba.*

Tabelle IV, die einen Ueberblick über den Lebenslauf von *Dal. millportiana* gibt, enthält neben dem Geburts- und Todestage je eines Individuums die Angabe über die Zeiten, zu denen sie je zur ersten Eiablage gelangten, sowie die einzelnen Perioden der Eiablagen selbst und ihre Zwischenzeiten. Außerdem zeigt die 10. Spalte

Tabelle VI.

Nr.	1. Tier	2. Tag der Einzelsetzung	3. Teilungen	4 Tag des Todes	5. Beobacht. Lebensdauer	6. Wirkliche Lebensdauer
1.	ausgbdt.	22. XI. 20	—	28. XII. 20	36 Tge.	61 Tge.
2.	„	7. XII. 20	—	17. I. 21	41 „	66 „
3.	„	23. XI. 20	—	10. I. 21	48 „	73 „
4.	„	3. XI. 20	—	22. XII. 20	49 „	74 „
5.	„	18. XI. 20	6	1. II. 21	75 „	70 „
6.	jung.	29. X. 20	5	19. I. 21	82 „	60 „

Uebersicht über 6 Lebenszeiten von *Stenostomum leucops.*

Unter den in der Tabelle VI angegebenen 6 Versuchstieren haben sich nur 2 Individuen durch natürliche Teilung vermehrt, ein ausgebildetes 6mal und das oben genannte junge Tier 5mal, welche Zahlen im Verhältnis zu der Dauer der Beobachtungszeit als sehr gering angesehen werden müssen. Aus diesem Grunde können die Teilungen auch noch nicht sehr verlängernd auf das Leben der Tiere eingewirkt haben. Da nun ein Teilungsvorgang bei *Sten. leucops* gewöhnlich 3—5 Tage in Anspruch nimmt und da bei den beiden hier beobachteten Individuen die Teilungen untereinander durch Zeiträume von insgesamt 10—12 Tagen geschieden waren, so dürfte man als wahrscheinlich annehmen können, daß bei Nichtteilung der Tiere die beobachtete Lebensdauer etwa um die Hälfte ihrer Teilungszeit zu vermindern sei. Am älteren Tiere ausgeführt, ergibt sich hiernach folgende Lebensdauer. Die Beobachtungszeit währte 75 Tage; seine 6 Teilungen beanspruchten im ganzen etwa 60 Tage, so daß ich also nach dem Gesagten zu der Annahme komme, daß das Tier ohne Teilung bei mir nur etwa 75—30 Tage = 45 Tage gelebt haben würde. Zu dieser Zeit muß ich aber, da ich das Tier als ausgewachsenes Individuum zur Beobachtung bekam, etwa 25 Tage noch hinzunehmen, so daß ich hiernach zu einer mutmaßlichen Lebensdauer dieses Tieres von etwa 70 Tagen komme. Auf das junge Tier angewandt, ergibt sich entsprechend eine Lebensdauer von etwa 60 Tagen.

Die 4 Individuen, die sich nicht durch Teilung vermehrt haben, habe ich bis zu ihrem Tode 36, 41, 48 und 49 Tage beobachtet. Zu diesen Lebenszeiten muß ich mit Rücksicht darauf, daß es sich auch bei ihnen zu Beginn ihrer Beobachtungszeiten um ausgewachsene Individuen handelte, je 25 Tage etwa hinzufügen. Infolgedessen dürfte ihre Lebensdauer wahrscheinlich mit 61, 66, 73 und 74 Tagen ziemlich sicher anzunehmen sein.

Regenerationserscheinungen an Rhabdocoelen.

Von L. Ruhl.

(Aus dem Zoologischen Institut in Marburg.)

(Mit 16 Figuren.)

Eingeg. 16. April 1927.

Die von Schneider (1873), Steinmann und Bresslau (1913) und Fuliński (1922) angestellten Regenerationsversuche an *Mesostomum ehrenbergi* führten zu keinem positiven Ergebnis. Auch wies der zuletzt genannte Autor nach, daß *Phaenocora unipunctata* in keiner Weise regenerationsfähig ist. Demgegenüber haben die Ergebnisse der Untersuchungen von Ritter und Congdon (1900), Child (1903) und Hartmann (1924), die alle an *Stenostomum leucops* — von Child außerdem an *Stenostomum grande* — ausgeführt wurden, mehr positiven Charakter. Diese Angaben lassen erkennen, daß die rhabdocoelen Turbellarien bisher nur verhältnismäßig wenig auf ihre Regenerationsfähigkeit untersucht wurden, wie dies auch aus dem kürzlich erschienenen Regenerationswerk von E. Korschelt hervorgeht. Daher nahm ich auf Veranlassung des Herrn Geh.-Rat Korschelt die bereits vor einer Reihe von Jahren (1921) begonnenen Untersuchungen an Rhabdocoelen neuerdings wieder auf.

A. *Versuche mit positivem Ergebnis.*

1. Regenerationsversuche an *Stenostomum leucops.*

a) Querschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene.

Versuch 1. Der Kopf des Tieres bis einschließlich eines kleinen Darmstückes wird in einer beliebigen Schnittfläche vom übrigen Tierkörper getrennt (Fig. 1 bis b—b_1).

Ergebnis. Gegebenenfalls entledigt sich der vordere Teil möglichst bald des kleinen Darmstückes und geht zugrunde. An dem hinteren Teilstück zieht sich die Wunde zusammen; das Teilstück bewegt sich auf dem Grunde des Schälchens rückwärts, indem es sich abwechselnd zusammenzieht und wieder ausstreckt. Nach etwa 15 Minuten begibt es sich in eine bleibend ruhige Lage, bis die entfernten Teile nahezu neu gebildet sind. Je nach ihrer Größe ist die Regeneration gewöhnlich innerhalb 12—48 Stunden vollendet.

Versuch 2. Es wird ein beliebiger Schnitt innerhalb der Grenzflächen b—b_1 und e—e_1 ausgeführt (Fig. 1).

Ergebnis. Der vordere Abschnitt schwimmt wie gewöhnlich umher und regeneriert innerhalb 1—2 Tagen ein neues Schwanzende. Das hintere Teilstück, das etwa $^1/_6$ der Körperlänge des operierten Tieres betragen darf, regeneriert, wenn der Darmabschnitt so groß ist, daß er nicht abgestoßen wird.

Versuch 3. Der Schnitt liegt kurz vor oder hinter dem Ende des Darmes (Fig. 1, hinter e—e_1).

Ergebnis. Der Vorderteil regeneriert innerhalb eines Tages. Der hintere Teil entledigt sich gegebenenfalls des kleinen Darmabschnittes und geht je nach seiner Größe in 1—8 Stunden ein.

Versuch 4. Durch 2 Schnittlinien wird das Tier in 3 Teile geteilt (Fig. 1 a—a_1 und e—e_1).

Ergebnis. Kopf und Schwanzende gehen wie in Versuch 1 und 3 zugrunde. Das Mittelstück regeneriert innerhalb 2 Tagen einen neuen Kopf und ein neues Schwanzende.

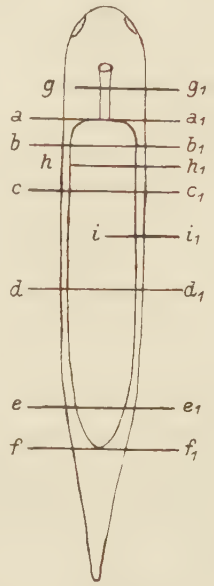

Fig. 1. *Stenostomum leucops* ohne Teilungsebene. Die wagerechten Linien deuten die Schnittlinien an.

Versuch 5. Durch 2 Schnitte (Fig. 1 c—c_1 und d—d_1) wird das Tier in 3 verschieden große Teile geteilt, von denen das Vorderstück etwa $^1/_3$, das Mittelstück etwa $^1/_6$ und das Hinterstück etwa $^1/_2$ seiner Körperlänge ausmacht.

Ergebnis. Alle 3 Stücke regenerieren die ihnen fehlenden Teile. (Das gleiche ergab sich, wenn mit zwei Schnitten von dem Schwanzende des Tieres ausgehend zunächst $^1/_3$ und dann $^1/_6$ seines Körpers abgetrennt wurde.)

Versuch 6. Durch drei Schnitte wird das Tier in 4 fast gleich große Teile zerlegt (Fig. 2).

Ergebnis. Der Kopfabschnitt geht als einziger zugrunde. Die 3 anderen Stücke ergänzen die ihnen fehlenden Teile.

Versuch 7. Fünf Schnitte teilen das Tier in 6 fast gleich große Teile (Fig. 3).

Ergebnis. Das Kopf- und Endstück gehen zugrunde. Von den übrigen 4 Teilstücken wird je das Kopf- und Schwanzende neu gebildet.

Regenerationserscheinungen an Rhabdocoelen.

Von L. Ruhl.

(Aus dem Zoologischen Institut in Marburg.)

(Mit 16 Figuren.)

Eingeg. 16. April 1927.

Die von Schneider (1873), Steinmann und Bresslau (1913) und Fuliński (1922) angestellten Regenerationsversuche an *Mesostomum ehrenbergi* führten zu keinem positiven Ergebnis. Auch wies der zuletzt genannte Autor nach, daß *Phaenocora unipunctata* in keiner Weise regenerationsfähig ist. Demgegenüber haben die Ergebnisse der Untersuchungen von Ritter und Congdon (1900), Child (1903) und Hartmann (1924), die alle an *Stenostomum leucops* — von Child außerdem an *Stenostomum grande* — ausgeführt wurden, mehr positiven Charakter. Diese Angaben lassen erkennen, daß die rhabdocoelen Turbellarien bisher nur verhältnismäßig wenig auf ihre Regenerationsfähigkeit untersucht wurden, wie dies auch aus dem kürzlich erschienenen Regenerationswerk von E. Korschelt hervorgeht. Daher nahm ich auf Veranlassung des Herrn Geh.-Rat Korschelt die bereits vor einer Reihe von Jahren (1921) begonnenen Untersuchungen an Rhabdocoelen neuerdings wieder auf.

A. *Versuche mit positivem Ergebnis.*

1. Regenerationsversuche an *Stenostomum leucops.*

a) Querschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene.

Versuch 1. Der Kopf des Tieres bis einschließlich eines kleinen Darmstückes wird in einer beliebigen Schnittfläche vom übrigen Tierkörper getrennt (Fig. 1 bis b—b_1).

Ergebnis. Gegebenenfalls entledigt sich der vordere Teil möglichst bald des kleinen Darmstückes und geht zugrunde. An dem hinteren Teilstück zieht sich die Wunde zusammen; das Teilstück bewegt sich auf dem Grunde des Schälchens rückwärts, indem es sich abwechselnd zusammenzieht und wieder ausstreckt. Nach etwa 15 Minuten begibt es sich in eine bleibend ruhige Lage, bis die entfernten Teile nahezu neu gebildet sind. Je nach ihrer Größe ist die Regeneration gewöhnlich innerhalb 12—48 Stunden vollendet.

Versuch 2. Es wird ein beliebiger Schnitt innerhalb der Grenzflächen b—b_1 und e—e_1 ausgeführt (Fig. 1).

Ergebnis. Der vordere Abschnitt schwimmt wie gewöhnlich umher und regeneriert innerhalb 1—2 Tagen ein neues Schwanzende. Das hintere Teilstück, das etwa $^1/_6$ der Körperlänge des operierten Tieres betragen darf, regeneriert, wenn der Darmabschnitt so groß ist, daß er nicht abgestoßen wird.

Versuch 3. Der Schnitt liegt kurz vor oder hinter dem Ende des Darmes (Fig. 1, hinter e—e_1).

Ergebnis. Der Vorderteil regeneriert innerhalb eines Tages. Der hintere Teil entledigt sich gegebenenfalls des kleinen Darmabschnittes und geht je nach seiner Größe in 1—8 Stunden ein.

Versuch 4. Durch 2 Schnittlinien wird das Tier in 3 Teile geteilt (Fig. 1 a—a_1 und e—e_1).

Ergebnis. Kopf und Schwanzende gehen wie in Versuch 1 und 3 zugrunde. Das Mittelstück regeneriert innerhalb 2 Tagen einen neuen Kopf und ein neues Schwanzende.

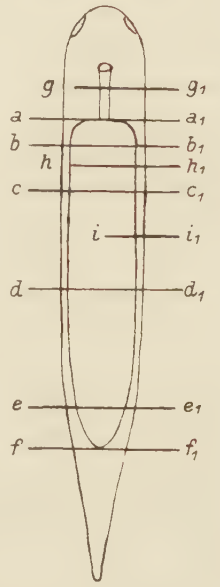

Fig. 1. *Stenostomum leucops* ohne Teilungsebene. Die wagerechten Linien deuten die Schnittlinien an.

Versuch 5. Durch 2 Schnitte (Fig. 1 c—c_1 und d—d_1) wird das Tier in 3 verschieden große Teile geteilt, von denen das Vorderstück etwa $^1/_3$, das Mittelstück etwa $^1/_6$ und das Hinterstück etwa $^1/_2$ seiner Körperlänge ausmacht.

Ergebnis. Alle 3 Stücke regenerieren die ihnen fehlenden Teile. (Das gleiche ergab sich, wenn mit zwei Schnitten von dem Schwanzende des Tieres ausgehend zunächst $^1/_3$ und dann $^1/_6$ seines Körpers abgetrennt wurde.)

Versuch 6. Durch drei Schnitte wird das Tier in 4 fast gleich große Teile zerlegt (Fig. 2).

Ergebnis. Der Kopfabschnitt geht als einziger zugrunde. Die 3 anderen Stücke ergänzen die ihnen fehlenden Teile.

Versuch 7. Fünf Schnitte teilen das Tier in 6 fast gleich große Teile (Fig. 3).

Ergebnis. Das Kopf- und Endstück gehen zugrunde. Von den übrigen 4 Teilstücken wird je das Kopf- und Schwanzende neu gebildet.

b) Schrägschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene.

Bei dieser Art von Schnitten wurden im wesentlichen die gleichen Ergebnisse erzielt wie bei den Querschnittversuchen. Nur

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 2—4. *Stenostomum leucops* ohne Teilungsebene.

insofern tritt ein Unterschied auf, daß Stücke des mittleren Körperabschnittes nur dann noch regenerationsfähig sind, wenn sie nicht weniger als etwa $^1/_4$ der ganzen Körperlänge betragen.

c) Längsschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene.

Versuch 1. Das Tier wird durch den Schnitt in zwei möglichst gleich große seitliche Hälften geteilt (Fig. 4 a—a_1, bis b—b_1).

Ergebnis. Beide Teile ziehen sich an der Schnittfläche derart zusammen, daß sie je einen kleinen offenen Bogen bilden. In dieser Haltung führen sie etwa $^1/_2$ Stunde lang kreisförmige Schwimmbewegungen aus und legen sich dann vollkommen eingerollt auf den Boden des Uhrschälchens nieder. Nach etwa 24 Stunden

rollen sie sich wieder auf und bewegen sich, immer noch einen kleinen Bogen formend, kriechend oder schwimmend fort. Die Wundfläche ist ausgeheilt, zeigt jedoch ein viel helleres Zellgewebe als die gegenüberliegenden Außenseiten, die häufig in ihrem letzten Drittel je mit so viel Material versorgt werden, daß sie sich hier verhältnismäßig stark nach außen vorwölben. Von einer Neubildung der fehlenden Wimpergrübchen und des zerstörten Pharynx ist noch nichts zu erkennen. Die Größe der beiden Teile ist dagegen etwa auf die Hälfte ihrer früheren Länge reduziert.

Nach weiteren 24 Stunden erweist sich der Verlauf der Regeneration etwas weiter fortgeschritten. Die frühere Bogenform des Körpers verschwindet allmählich wieder. Die Neubildung des einen an jeder Hälfte fehlenden Wimpergrübchens wird durch eine Einsenkung im Epithel gegenüber dem alten Wimpergrübchen angezeigt. Große helle Zellen zwischen ihnen lassen die neue Gehirnanlage erkennen, hinter welcher der fertig neugebildete Mund mit einem Teile des Pharynx sichtbar ist. Auch die an der nicht verwundeten Außenseite des Tieres liegende Vorwölbung beginnt sich allmählich zurückzubilden. Ausnahmsweise hörte jedoch an einem beobachteten Individuum die Materialzufuhr an dieser Stelle nicht auf und erzeugte dort einen größeren Auswuchs, der zu einer Mißbildung führte, über die ich an anderer Stelle berichten werde.

Die so eingetretene Regeneration schreitet fort, bis die beiden Teile nach Verlauf von etwa 2 weiteren Tagen ihre vollkommen normale Gestalt als 2 selbständige Tiere erhalten haben.

Versuch 2. Das Tier wird durch einen weiter auswärts geführten Schnitt so in zwei Teile geteilt, daß der kleinere Teil weniger als $^1/_3$ des früheren Körpervolumens des Tieres beträgt (Fig. 4, seitwärts außen von b—b_1).

Ergebnis. Der größere Teil regeneriert in derselben Weise wie in Versuch 1, und zwar in etwa 2 Tagen. Der kleinere Teil legt sich im eingerollten Zustande auf den Boden des Schälchens und geht innerhalb 24 Stunden zugrunde.

Versuch 3. Durch einen schräg ausgeführten Längsschnitt wird das Tier in zwei Teile geteilt (Fig. 4 c—c_1).

Ergebnis. Der größere Teil tritt sofort in Regeneration ein, die gewöhnlich in $1\,^1/_2$—2 Tagen beendet ist. Der kleinere Teil regeneriert in derselben Weise, wie es in dem Versuche 1 dieser Reihe beschrieben ist. Nur muß er, da der Schnitt hinter dem Kopfe des Versuchstieres verläuft, sämtliche Kopforgane neu bilden.

d) Nicht völlig durchgeführte Quer-, Schräg- und Längsschnitte an *Stenostomum leucops* ohne sichtbare Teilungsebene.

Jeder nicht durchgeführte Querschnitt, der in einer beliebigen Region des Tierkörpers nur bis zu dessen Mitte durchgeführt wird (Fig. 1 i—i_1), heilt binnen 12—24 Stunden aus.

Reicht jedoch der Schnitt fast bis an die gegenüberliegende Seite des Tieres (etwa ¾ seiner Breite und mehr; Fig. 1 g—g_1 und h—h_1), so erfolgt in dem Teile, der zwischen dem Ende des Pharynx und dem seines Schwanzes liegt, innerhalb 24 Stunden vollkommenes Zusammenheilen. Wird der Schnitt in der angegebenen Weise an dem Kopfe des Tieres ausgeführt, so stellt sich zunächst der vordere Teil schräg zur Schnittfläche des hinteren Teiles und bildet mit ihr des öfteren einen Winkel von über 90°. Ist nun die Verbindungsstelle beider Teile sehr dünn, so löst sich der kleinere Teil infolge des Druckes, den das Wasser beim Schwimmen des Tieres auf ihn ausübt, vom größeren Teile ab und geht innerhalb 6 Stunden zugrunde. Ist dagegen die betreffende Brücke stark genug, um dem Drucke des Wassers Widerstand leisten zu können, so wird der kleinere Teil im Laufe des Heilungsprozesses allmählich immer mehr an die Schnittfläche wieder herangezogen, bis er nach ungefähr 24 Stunden mit dem hinteren Teile verwachsen ist. Auch läßt sich dann nach dieser Zeit irgendeine Spur des starken Kopfschnittes nicht mehr wahrnehmen, wie überhaupt bei den Heilungen der genannten verschiedenen Schnitte irgendwelche Narbenbildungen oder sonstige Kennzeichen dieser überwundenen Verletzungen nicht zurückbleiben.

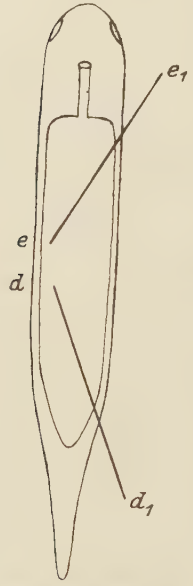

Fig. 5. *Stenostomum leucops* ohne Teilungsebene.

Nicht durchgeführte Schrägschnitte können schräg nach vorn oder schräg rückwärts angelegt werden (Fig. 5 d—d_1 und e—e_1). Im ersteren Falle setzt der Heilungsprozeß sofort ein und ist in etwa 12—15 Stunden beendet. Im zweiten Falle jedoch werden dadurch, daß beim Vorwärtsschwimmen des Tieres das Wasser in den schmalen Raum zwischen den beiden Schnittflächen eindringt, diese auseinandergehalten und am Zusammenwachsen ge-

hindert. Bleiben sie hierbei in der ihnen entsprechenden Lage, so verheilen sie innerhalb 24 Stunden.

Häufig kommt es jedoch vor, besonders dann, wenn der Schnitt sich nahe an der Außenseite des Körpers hält, daß sich das zungenförmig losgetrennte Körperstück nach der Seite abbiegt. In diesem Falle verheilen beide Schnittflächen besonders, so daß das seitwärts gerichtete Stück vom übrigen Körper getrennt bleibt. Nach der Heilung setzt dann sofort die Regulation ein. Der verhältnismäßig wenig verletzte Körper hat nach 24 Stunden den Verlust ersetzt, so daß er an der Verwundungsstelle seine normale Breite wieder erlangt hat. Das ihr anhaftende kleine Teilstück schrumpft

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 6—8. Kopf von *Sten. leucops* in Regeneration.
Fig. 6. I. Stadium; kurz nach der Operation. — Fig. 7. II. Stadium. Der Darm wird durch das sich bildende Gehirn eingeengt. — Fig. 8. III. Stadium. Seitenansicht.

während dieser Zeit sehr zusammen und bildet jetzt nur noch einen Auswuchs, dessen Material innerhalb 3 Tagen vom Tiere resorbiert wird.

Durch die nicht durchgeführten Längsschnitte in der vorderen Hälfte des Tieres war es mir möglich, Doppelkopfbildungen zu erzielen; doch sollen diese Beobachtungen in einem besonderen Abschnitt behandelt werden.

Wie aus den angeführten Versuchen zu ersehen ist, besitzt *Stenostomum leucops* eine recht weitgehende Regenerations- und Regulationsfähigkeit. Auf die sich dabei abspielenden Vorgänge gedenke ich an anderer Stelle einzugehen. Hier sei nur auf einige Abbildungen (Fig. 6—8) verwiesen, welche die Wiederherstellung des Vorderendes mit den ihm zukommenden Organen (Wimpergrübchen, Gehirn, Pharynx, Darmkanal) erkennen lassen. Zeit-

angaben über den Verlauf der Neubildungsvorgänge in bezug auf den Umfang der Teilstücke und den Grad der noch in ihnen enthaltenen Organisation, sowie über deren Beziehung zum Verlauf und der Möglichkeit einer Regeneration sollen ebenfalls später mitgeteilt werden.

e) Quer- und Längsschnitte an *Stenostomum leucops* mit sichtbarer Teilungsebene.

Sobald *Stenostomum leucops* beginnt, in natürliche Teilung einzutreten, vollzieht sich zwar die Regeneration verloren gegangener Teile in derselben Art und Weise, wie es vorher beschrieben wurde, jedoch tritt in der Anlage der Teilungsebene ein Faktor hinzu, der besonders berücksichtigt werden muß. Unter gewöhnlichen Umständen vollzieht sich innerhalb 3—5 Tagen der Teilungsprozeß des Individuums. Es fragt sich nun, ob und in welcher Weise eine Amputation irgendeines Körperteiles auf die Weiterentwicklung der Teilung einwirkt.

Stenostomum leucops zeigt gewöhnlich nur eine Teilungsebene. Ist diese aber so weit vorgeschritten, daß sich das hintere Teiltier in kürzester Zeit (etwa 1—2 Stunden) von dem vorderen Hauptzooide ablöst, so beobachtet man bisweilen, daß bei diesem sich bereits eine neue Teilungsebene in ihren ersten Anfängen andeutet, und zwar etwa am Beginn seines letzten Körperdrittels. Diese ist jedoch noch so unvollkommen entwickelt, daß sie in keiner Weise störend auf die an dem Individuum angestellten Versuche über Regeneration einwirkt. Infolgedessen richtete ich mein Augenmerk nur auf jene erstgenannte.

Während der Entwicklung der Teilungsebene lassen sich drei deutlich voneinander verschiedene Stadien unterscheiden. Ihr erstes Stadium ist das Auftreten der Wimpergrübchen. Ihm folgt das zweite, in dem das in Entwicklung begriffene Gehirn deutlich zu sehen ist, durch dessen Anlage der Darm an dieser Stelle eine doppelseitige Einbuchtung erfährt. Tritt das Tier in das letzte Entwicklungsstadium der Teilung ein, so ist die Abschnürungsstelle auch äußerlich durch eine ringförmige Einschnürung der Oberfläche zu erkennen. In diesem Stadium zeigt das Zooïd auch seinen fertig entwickelten Mund und sein fast ausgebildetes Gehirn.

Meine Versuche über die Vorgänge, welche durch Schnitte an einem in Teilung begriffenenen Tiere hervorgerufen werden,

habe ich daher nach diesen drei Entwicklungsstufen eingerichtet und getrennt gehalten.

Versuch 1. Der Schnitt wird an einer beliebigen Stelle im zweiten und letzten Drittel des Zooïdes geführt (Fig. 9 in und hinter a—a_1).

Ergebnis. Im 1. bis 3. Stadium. Die Entwicklung der Teilungsebene schreitet in Verbindung mit der Regeneration eines neuen Schwanzendes weiter fort.

Versuch 2. Der Schnitt wird innerhalb des vorderen Drittels des Zooïdes geführt (Fig. 9 zwischen der Teilungsebene und a—a_1).

Ergebnis. Im 1. und 2. Stadium. Die Teilungsebene wird innerhalb 3 Tagen zurück- und an einer weiter vorn gelegenen Stelle neu ausgebildet. Im 3. Stadium. Liegt der Schnitt in der letzten Hälfte des vorderen Drittels, so daß noch ein Teil des in seiner normalen Breite verlaufenden Darmes im Zooïde vorhanden ist, so erfolgt die Regeneration eines neuen Schwanzendes und seine spätere Lostrennung. Enthält das gebliebene Stück nur den durch das Gehirn eingeengten Darmtraktus, so erfolgt innerhalb 4 Tagen die Resorption dieses Teiles unter Bildung einer neuen Teilungsebene im Hauptzooïde.

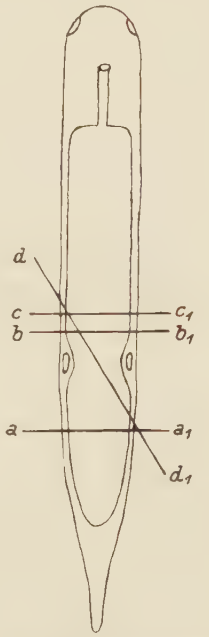

Fig. 9. *Stenostomum leucops* mit Teilungsebene.

Versuch 3. Der Schnitt wird vor der Teilungsebene ausgeführt, und zwar innerhalb einer Strecke, die etwa höchstens einem Fünftel des Zooïdes gleichkommt (Fig. 9 zwischen Teilungsebene und b—b_1).

Ergebnis. Im 1. Stadium. Die Teilungsebene wird zurückgebildet, während die entsprechenden Organe an der Schnittfläche neu angelegt werden. Im 2. Stadium. Je nach dem Ernährungs- und Entwicklungszustande des Zooïdes verhält es sich entweder wie im 1. oder wie im folgenden 3. Stadium. Im 3. Stadium. Der vor der Teilungsebene gelegene Teil wird, wenn noch ein kleines Stück des normal verlaufenden Darmes in ihm vorhanden ist, nach Verschluß der Wunde von dem Zooïde abgesondert und kann bei entsprechender Größe regenerieren. Ist der Schnitt aber so nahe an die Teilungsebene gelegt, daß er nur den eingeengten Teil des Darmes enthält, so werden überflüssige Zell-

massen, auch solche des Darmes abgestoßen und das Zooïd nimmt sofort seine normale Gestalt an.

Versuch 4. Der Schnitt wird kurz vor der soeben angegebenen Schnittlinie bis etwa $^1/_6$ des vorderen Zooïdes geführt (Fig. 9 zwischen *b*—*b* und *c*—*c*).

Ergebnis. Im 1. Stadium. Wie bei Versuch 3. Im 2. Stadium. Je nach der Menge des vorhandenen überschüssigen Materials wird unter der Neubildung der Kopforgane an der Schnittfläche die Teilungsebene zurückgebildet oder sie schreitet, was seltener zu geschehen pflegt, in ihrer Entwicklung weiter fort, so daß es innerhalb 24 Stunden zur Ablösung des Zooïdes kommt. Das vordere kleinere Stück, das innerhalb dieser Zeit bereits an Größe zugenommen hat, regeneriert meistens. Im 3. Stadium. Das Zooïd trennt sich etwa nach 4—6 Stunden von dem vorderen Teilstück, das in diesem Falle selbst meistens eingeht. Hieran mag schuld sein, daß es meist keine ausreichenden Baustoffe mehr aus dem Zooïde entnehmen kann.

Versuch 5. Der Schnitt wird an einer beliebigen Stelle weiter vor ausgeführt (Fig. 9 vor *c*—c_1).

Ergebnis. Im 1. Stadium. Unter der Zurückbildung der Teilungsebene werden die entsprechenden Kopforgane an der Schnittfläche neu angelegt. Im 2. und 3. Stadium. In den oben angegebenen entsprechenden Zeiten wird das Zooïd in der Teilungsebene abgeschnürt. Der vordere Teil lebt weiter und regeneriert.

Bezüglich der Längsschnitte ist nur zu sagen, daß im Falle des 1. Stadiums die Teile des Zooïdes und des Hauptzooides verbunden bleiben. Während des Heilungs- und Regenerationsvorganges werden die Wimpergrübchen der Teilungsebene zurückgebildet, so daß die neugebildeten Tiere keine sichtbare Teilungsebene mehr aufweisen. Im 2. und 3. Stadium nimmt die Teilung ihren Fortgang. Die betreffenden Hälften des Hauptzooïdes regenerieren, wie oben geschildert, während die der Zooïde meistens in etwa 4—5 Stunden eingehen.

Nicht durchgeführte Querschnitte, die das Tier in der Teilungsebene bis zur Hälfte und mehr durchtrennen, verheilen innerhalb 6 Stunden. Wird ein Schrägschnitt so in der Teilungsebene ausgeführt, daß ein Teil derselben in dem Hauptzooïde, der andere in dem Zooïde verbleibt, so regeneriert letzteres den fehlenden Teil, während das Hauptzooïd den überschüssigen Teil absorbiert und dann regeneriert (Fig. 9 *d*—d_1).

f) Zusammenfassung.

Bei einem Schnitt, der hinter dem ersten Drittel der Teilungsebene liegt, schreitet deren Entwicklung weiter. Liegt er der Teilungsebene jedoch näher an, so erfolgt für den Fall, daß die Abschnürungsstelle äußerlich am Tiere noch nicht sichtbar ist, die Resorption der hinter der Teilungsebene liegenden Zellmasse; im anderen Falle aber wird bei dem Vorhandensein eines genügend großen Darmstückes der amputierte Teil neu gebildet und das Zooïd abgetrennt. Ist das in dem Teile verbleibende Darmstück jedoch sehr klein, so wird es, selbst bei schon weit ausgebildetem Gehirn und Pharynx resorbiert, wie dies bereits Child beobachtet hat.

Bei Schnitten vor der Teilungsebene wird, wenn diese erst durch die Anlage der Wimpergrübchen ausgezeichnet ist, in diesem Punkte die Teilung aufgehoben. Sie tritt jedoch ein, wenn das Zooïd bereits ein deutlich entwickeltes Gehirn aufweist und der Schnitt so weit nach vorn liegt, daß der Darm an der Schnittfläche seine normale Breite hat. Liegt der Schnitt weiter zurück, so wird die hier liegende Zellmasse abgestoßen.

Wird der Schnitt weiter von der Teilungsebene nach vorn gelegt, so wird diese meistens zurückgebildet. Hat jedoch das Zooïd schon eine größere Selbständigkeit erlangt, so schnürt es sich ab.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß des öfteren eine Verlagerung der sich bildenden Kopforgane von der Teilungsebene her an die Schnittfläche hin erfolgt, wie es bereits Ritter und Congdon richtig erkannt haben. Nur in bezug auf ihre Annahme, daß dann, wenn bereits die Wimpergrübchen mit Cilien ausgekleidet seien, die natürliche Teilung nicht mehr verhindert werden könne, ist zu sagen, daß diese außerdem in starkem Maße noch durch die Größe des Darmstückes beeinflußt wird, welches in dem Teile zwischen der Teilungsebene und dem Schnitte verbleibt.

Eine Resorption der vor der Teilungsebene gelegenen Körpermasse durch das Zooïd, wie sie Child bei *Sten. grande* beobachtet hat, habe ich niemals wahrgenommen. Wohl aber können kleinere Zellkomplexe, die hinter derselben liegen, von dem Hauptzooïde resorbiert werden.

2. Regenerationsversuche an *Stenostomum langi.*

Die Tiere dieser Art befinden sich fast immer in natürlicher Teilung und weisen außerdem stets 2—3 Teilungsebenen auf.

Die Vorgänge, die durch Schnitte vor oder hinter einer derselben hervorgerufen werden, sind nicht die gleichen wie bei *Sten. leucops*.

Versuch 1. Der Schnitt wird an irgendeiner Stelle des vorderen Körperabschnittes geführt; doch liegt er immer noch im ersten Drittel des Darmes des Hauptzooïdes (Fig. 10 bis c—c_1).

Ergebnis. Der vordere Teil geht gewöhnlich zugrunde. Wenn jedoch ein verhältnismäßig großer Teil des Darmes (etwa $^1/_6$ der Länge des Darmes des Gesamttieres) in ihm zurückblieb, so bildet die sofort einsetzende Regeneration innerhalb 3—4 Stunden ein neues Schwanzende. Der hintere Teil ergänzt bei geringem Verluste innerhalb 6 Stunden den verlorengegangenen Kopfabschnitt. Bei größerem Verluste bleibt er 3—5 Tage ruhig am Boden liegen. Innerhalb dieser Zeit schnüren sich alle Zooïde ab. Liegt die nächstfolgende Teilungsebene weit zurück, so bildet sich des öfteren zwischen ihr und der Schnittfläche eine neue Teilungsebene mit beschleunigtem, natürlichem Teilungsverlauf. Mittlerweile haben sich die Kopforgane neu gebildet, so daß das regenerierte Tierstück wieder ein selbständiges Leben führt.

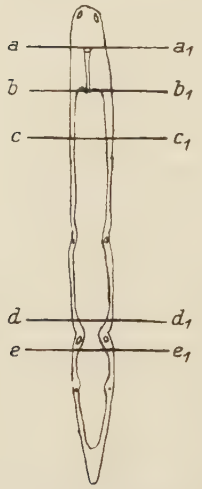

Fig. 10. *Stenostomum langi* mit Teilungsebenen.

Versuch 2. Der Schnitt verläuft an einer beliebigen Stelle des Körperstückes, das von dem Ende des ersten Darmdrittels des Hauptzooïdes bis kurz vor irgendeine Teilungsebene reicht (Fig. 10 zwischen c—c_1 und d—d_1).

Ergebnis. Der vordere Teil regeneriert in jedem Falle ein neues Schwanzende ohne Rücksicht auf dazwischenliegende Teilungsebenen. Der hintere Teil verhält sich im allgemeinen wie in Versuch 1. Ist aber das vor der letzten Teilungsebene verbliebene Körperstück so klein, daß es kein ausreichendes Darmstück enthält, so geht es nach der Abschnürung des bis zuletzt übriggebliebenen Zooïdes zugrunde.

Versuch 3. Der Schnitt wird kurz hinter einer Teilungsebene (Fig. 10 e—e_1) und weiter zurückgeführt.

Ergebnis. Der vordere Teil regeneriert wie in Versuch 4. Der hintere Teil trennt sich den vorhandenen Teilungsebenen gemäß. Falls er solche nicht besitzt, wird fast stets eine neue gebildet. Das vordere Teilstück des Resttieres regeneriert, es sei denn, daß es kleiner als etwa $^2/_5$ desselben sei.

Versuch 4. Durch 2 Schnitte wird das Tier im Verhältnis von 1:2:1 zerlegt (Fig. 11 a—a_1 und b—b_1).

Ergebnis. Der vordere Teil geht, da er gewöhnlich nur einen kleinen Teil des Darmes enthält, fast immer zugrunde. Der zweite Teil bildet zunächst das Schwanzende aus, schnürt dann möglichst viele Teilindividuen ab und regeneriert ein neues Kopfende, wenn das Vorderstück hierfür genügend groß ist. Der letzte Teil verhält sich wie das Mittelstück.

Weitere Versuche, in denen die Tiere in mehr als 3 Teile zerlegt wurden, ergaben die gleichen Ergebnisse wie der Versuch 4. Immer wurde — in ganz kleinen Teilstücken (bis $^1/_6$ der früheren Tierlänge) oft unter Bildung einer neuen Teilungsebene — ein oder mehrere Teiltiere abgetrennt.

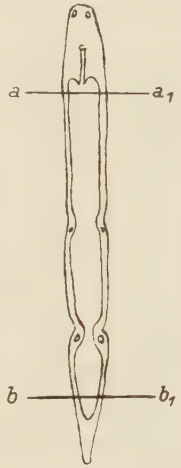

Fig. 11. *Stenostomum langi* mit Teilungsebenen.

Wegen der Schmalheit des Objektes war es mir unmöglich, Längsschnitte auszuführen, Querschnitte bis zur Mitte des Tieres nur selten. In diesem Falle trennte ich die Tiere gewöhnlich vollständig durch. War der Schnitt jedoch einmal gelungen, so verheilte die Wunde innerhalb 8—10 Stunden.

Aus den angeführten Ergebnissen läßt sich das Bestreben von *Sten. langi* erkennen, bei einer Amputation des Vorderkörpers möglichst viele Teiltiere abzusondern. In dieser Beziehung steht es im Gegensatze zu *Sten. leucops*, das nach einer Kopfamputation nicht eher eine neue Teilungsebene anlegt, als bis die Regeneration des verlorenen Teiles vollendet ist, und das eine bereits vorhandene Teilungsebene unter gewissen Umständen zurückbildet. Übereinstimmend besitzen jedoch beide Arten nur dann die Fähigkeit zu regenerieren, wenn die regenerierenden Teile einen gewissen Darmabschnitt enthalten (bei *Sten. leucops* etwa $^1/_8$ und bei *Sten. langi* etwa $^1/_6$ der ganzen Darmlänge).

Auffallend ist bei beiden Arten außerdem die Erscheinung, daß bei einer Amputation des Hinterendes des Zooïdes (bis etwa $^3/_5$ seiner Länge) sein gebliebener Teil in ein sehr schnelles Längenwachstum eintritt und sich nach meinen Beobachtungen — im Gegensatze zu denen von Ritter und Congdon — schneller vom vorliegenden Zooïde ablöst, als es unter gewöhnlichen Umständen zu geschehen pflegt. So erzielte ich innerhalb 116 Tagen (vom

9. Nov. 1926 bis 5. März 1927) bei einem *Sten. leucops* bei fast täglicher Amputation seines Hinterendes 63 Teilungen, während ich bei einem anderen Individuum derselben Art in dem gleichen Zeitraume nur 41 natürliche Teilungen beobachtete. Unter den nämlichen Voraussetzungen betrug die Zahl der Teilungen bei *Sten. langi* innerhalb 93 Tagen 67 und 15 (vom 14. Nov. 1926 bis 3. März 1927, mit Ausnahme von 16 Tagen, in denen die Teilung durch Entfernung eines größeren Teiles des Zooïdes unterdrückt wurde).

Ob bei einem Schnitte vor der Teilungsebene die Teilung selbst beschleunigt oder verzögert wird, läßt sich kaum feststellen. Der Verlauf meiner Beobachtungen läßt mich aber vermuten, daß bei fast vollständig ausgebildeter Teilungsebene die Teilung selbst sich ziemlich innerhalb ihrer natürlichen Zeit vollzieht, während sie sich bei noch wenig entwickelter Teilungsebene verzögert.

3. Regenerationsversuche an *Microstomum lineare*.

Die Regenerationserscheinungen an *Microstomum lineare* stimmen fast vollständig mit den soeben an *Stenostomum langi* beschriebenen überein. Nur die Bildung eines neuen Kopfes wird viel seltener wahrgenommen als bei diesen. Das nach der Abtrennung des letztmöglichen Zooïdes verbleibende vordere kleine Teilstück geht fast immer zugrunde.

4. Regenerationsversuche an *Macrostomum tuba*.

Macrostomum tuba ist weniger regenerationsfähig als die zuvor behandelten 3 Rhabdocoelen.

Versuch 1. Der Schnitt wird an irgendeiner Stelle des vorderen Körperabschnittes geführt, dessen hintere Grenze etwa am Ende des ersten Viertels des Darmes liegt (Fig. 12 bis c—c_1).

Ergebnis. Der vordere Teil geht je nach der Größe in einem Zeitraume von wenigen Stunden bis zu 3 Tagen zugrunde. Der hintere Teil verschließt bei geringem Verluste (Fig. 12 bis a—a_1) die Wunde und lebt weiter, ohne das verlorene Kopfstück zu ergänzen. Bei größerem Verluste stößt er gegebenenfalls die gebliebenen Zellen des Pharynx ab und vegetiert nach Verschluß der Wunde bis 18 Tage weiter. Seine zuvor langgestreckte Gestalt nimmt allmählich (etwa bis zum 6. Tage vor dem Tode) fast die

einer kleinen Kugel an, in deren Mitte der Darm mit den Resten seines Inhaltes liegt. Die Haftscheibe verliert kurz nach der Operation die Fähigkeit, sich festzuhalten. Bewegungen werden nur in den ersten Tagen nach der Operation auf Grund eines besonderen Reizes ausgeführt, später nicht mehr.

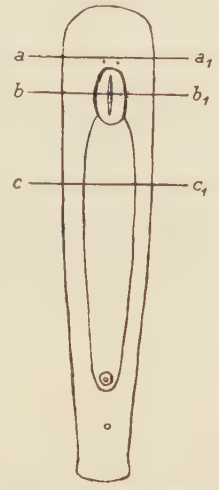

Fig. 12. *Macrostomum tuba.*

Versuch 2. Der Schnitt wird in einer beliebigen Stelle hinter der in Versuch 1 angegebenen Schnittlinie geführt (Fig. 12 hinter c—c_1).

Ergebnis. Der vordere Teil schließt die Wunde und regeneriert ein neues Hinterende. Nach 3 Tagen hat er, verbunden mit einem starken Längenwachstum, bereits eine neue Haftscheibe ausgebildet. Am 11. Tage beobachtete ich die Neubildung des Penis, der nach weiteren 3 Tagen seine normale Gestalt angenommen hatte. War er bei einer Amputation des Hinterendes selbst durchschnitten worden, so regenerierte er einmal in der Form einer Spirale (Fig. 13 *A*, *B*). Der hintere Teil geht wie in Versuch 1 zugrunde.

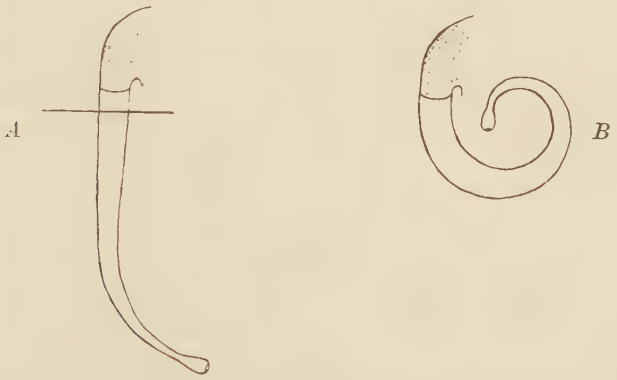

Fig. 13. Normaler *(A)* und regenerierter *Penis (B)* von *Macr. tuba.*

Doch wird die Zeit bis zum Absterben je nach der Abnahme der Größe der betreffenden Teilstücke verringert.

Auch bei *Macrostomum tuba* erkennen wir also abermals das notwendige Vorhandensein eines bestimmten Darmabschnittes (etwa $^1/_4$ seiner Länge), damit bei diesem Tiere nur der vordere

Körperteil in volle Regeneration treten kann. Diese Beobachtung steht im Gegensatze zu der v. Graffs (1882), nach der *Macrostomum hystrix* nicht die Fähigkeit besitzt, einen verlorengegangenen Teil seines Hinterendes neu zu bilden.

Wird *Macrostomum tuba* durch Schrägschnitte in 2 Teile geteilt, so zeigen sich die gleichen Regenerationserscheinungen wie bei Querschnitten.

Nicht durchgeführte Quer- und Schrägschnitte verheilen je nach der Tiefe innerhalb 1—3 Tagen. Nur wenn der Pharynx durch den Schnitt zerstört worden ist, geht das Tier, das keinen

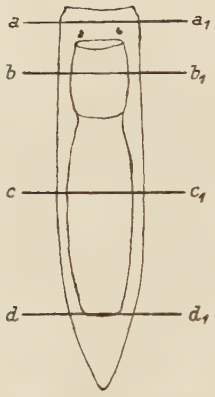

Fig. 14. *Dalyellia millportiana.*

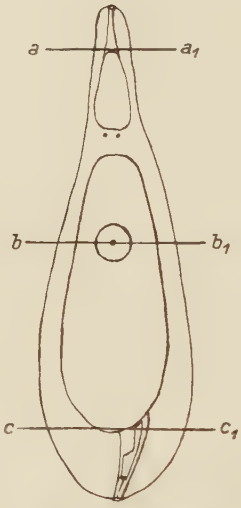

Fig. 15. *Gyratrix hermaphroditus.*

Fig. 16. *Prorhynchus stagnalis.*

neuen Mund zu regenerieren vermag, nach etwa 20 Tagen zugrunde.

Nicht durchgeführte Längsschnitte in der vorderen Körperregion etwa bis zur Mitte des Tieres heilen gewöhnlich innerhalb eines Tages zusammen, wenn der Pharynx nicht getroffen ist. Ist dieses jedoch geschehen, so gehen die Tiere innerhalb 6—8 Stunden ein. Wird das Tier von seinem Schwanzende aus bis zur Mitte des Körpers durch einen Längsschnitt gespalten, so heilen die Spaltflächen innerhalb 24 Stunden wieder zusammen.

B. *Versuche mit negativem Ergebnis.*

Versuche an *Dalyellia millportiana*, *Gyratrix hermaphroditus* und *Prorhynchus stagnalis*.

Die 3 genannten Arten der Rhabdocoelen zeigen nach zahlreichen von mir unternommenen Versuchen, deren Anordnung durch die Abbildungen Fig. 14, 15 und 16 erläutert wird, keinerlei Regenerationsfähigkeit. Bei kleineren Verlusten tritt nur eine Heilung der Wundstellen ein und die Tiere leben weiter. Bei Verletzungen, die ihnen den Mund beschädigten und nahmen, geht *Dal. millp.* und *Gyr. herm.* innerhalb 24 Stunden zugrunde, während *Prorh. stag.* bis zu 30 Tage ohne Nahrungsaufnahme weiterzuvegetieren vermag.

Über Doppelbildungen und andere Mißbildungen bei Stenostomum.

Von L. Ruhl.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg.)

(Mit 11 Figuren.)

Eingeg. 15. Mai 1927.

Über Doppelbildungen bei den Rhabdocoeliden berichtet Sekera (1906 und 1911). Er fand je ein Exemplar der Arten *Macrostomum appendiculatum*, *Prorhynchus balticus* (2 Rhabdocoele) und *Bothrioplana bohemica* (Abloeocoel) mit je 2 wohl ausgebildeten Kopf- und Schwanzenden (abgebildet bei Korschelt, Regeneration und Transplantation, Fig. 287 S. 458). Den Ursprung dieser Mißbildungen verlegt Sekera in die Zeit der Embryonalentwicklung, was bei diesen kreuzweisen, den Eikapseln entnommenen Doppelbildungen recht wahrscheinlich ist.

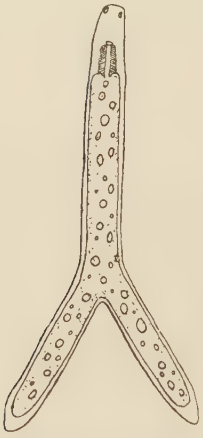

Fig. 1. Doppelschwänziges *Stenostomum langi*.

Bei meinen Untersuchungen über die Regenerationsvorgänge der Rhabdocoelen traf ich bei *Stenostomum langi* ein Tier an, das sich am Beginn seines letzten Körperdrittels spaltete und zwei ungefähr gleich große Hinterenden zeigte (Fig. 1). Der Darm teilte sich an der Spaltstelle in 2 Äste, die bis an das Ende der Schwanzstücke verliefen. Diese setzten sich in fast gleicher Breite wie der vorgelegene Körperteil fort (Unterschied $^1/_5$ bis $^1/_6$), um in gedrungener Abrundung abzuschließen. Beim Kriechen und Schwimmen wie auch in ruhiger Lage des Tieres wichen die Enden in einem Winkel von etwa 45° auseinander. Zwei Tage nach dem Auffinden trat eine Teilungsebene an der Ansatzstelle des rechten Schwanzstückes auf, das sich nach drei weiteren Tagen bereits als selbständiges Tier ablöste. Das verbleibende zweite Stück hatte indessen seine natürliche Lage in der Verlängerung der Hauptachse des Tieres eingenommen.

Über die Ursache dieser Doppelbildung kann ich nichts Sicheres angeben. Doch glaube ich bestimmt annehmen zu dürfen, daß es sich hier nicht um einen abnormen Vorgang in den ersten Entwicklungsstadien des betreffenden Tieres handelt, sondern entweder um die Folge einer Verletzung oder um das Ergebnis einer Überproduktion an Material gelegentlich einer natürlichen Teilung. Letztere Ansicht, die auch Korschelt (1927) in seinem

Werk über »Regeneration« vertritt, scheint mir zutreffend zu sein.

Alle in dem kleinen Aquarium lebenden Tiere hatte ich selbst dahin überführt. Keines hatte eine Mißbildung gezeigt. Alle Individuen befanden sich in natürlicher Teilung, zu welcher Zeit bekanntermaßen keine Eier abgelegt werden. Infolgedessen konnten auch keine jungen Tiere vorhanden sein, die mir andererseits auch sicherlich aufgefallen wären. Da sich dazu das doppelschwänzige Tier in meinem Aquarium eines Tages auffand, so ist die Annahme einer Embryonalbildung unwahrscheinlich.

Dann hätte aber vielleicht die Doppelbildung durch eine Verletzung des Tieres an der Trennungsstelle hervorgerufen sein können. Doch habe ich bei Versuchen in einem Falle 96 Amputationen durch Querabschnitte des Hinterendes ein und desselben Tieres dieser Art vorgenommen, und stets ist die Heilung vollkommen normal verlaufen. Unter diesen Umständen bleibt immerhin die Möglichkeit, daß eine solche Doppelschwanzbildung vielleicht durch eine Längsverletzung am Ende des Tieres entstanden sein könnte.

Als das Wahrscheinlichste möchte ich in Übereinstimmung mit Korschelt annehmen, daß überschüssige Baustoffe, die sich gelegentlich einer Teilung an der Trennungsstelle in besonders starkem Maße einmal angesammelt und zusammengedrängt haben, im Suchen nach einem Auswege die Doppelbildung hervorgerufen haben.

Neben diesem einen Falle einer natürlichen Doppelbildung konnte ich auf operativem Wege Tiere der Art *Stenostomum leucops* mit 2 Köpfen erzielen. Die Tiere wurden in der Längsrichtung ihres Körpers gespalten. Reichte der Schnitt nur bis zum ersten Viertel des Tieres, so wuchsen die beiden Seitenlappen gewöhnlich wieder zusammen. Dieses konnte jedoch dadurch vermieden werden, daß durch entsprechende Manipulationen mit der Nadel die Teilstücke auseinandergehalten wurden. Der Wundverschluß verlief dann in jedem Stücke selbständig und dauerte ungefähr 45 Minuten. Nach dieser Zeit konnten die Tiere sich selbst überlassen bleiben, ohne daß eine spätere Vereinigung der beiden Seitenstücke zu befürchten war.

Bei Schnitten bis zur Mitte des Tieres ist ein Auseinanderhalten der beiden Teile, um deren Vereinigung zu verhindern, nicht mehr nötig. Sie suchen eigene Bewegungen auszuführen und nehmen dabei die verschiedensten Stellungen ein; einmal sind sie

schwach nach innen gekrümmt, dann legen sie sich an den Außenseiten des hinteren Körperteiles an, oder aber — und dies ist das häufigere — sie verschränken sich, indem sich ein Teil um den anderen herumlegt. In diesem Zustande schwimmen die Tiere bis zu 24 Stunden im Aquarium umher, was mich wie auch E. Keil (1924) für *Polycelis nigra* zu der Annahme veranlaßte, daß sie sich auf diese Weise des verwundeten Teiles entledigen wollen. Während dieser Zeit schreitet die Regeneration der Spalthälften so weit fort, daß den Teilen schon eine gewisse Eigenbewegung

Fig. 2. Fast bis zur Mitte längsgespaltenes *Sten. leucops*, 24 Stunden nach der Operation.

Fig. 3. *Sten. leucops* mit ǀ2 wohl ausgebildeten Köpfen.

zugeschrieben werden kann. Die Tiere legen sich jetzt öfters ruhig auf den Boden, die beiden Vorderenden sind nach vorn gerichtet und liegen nebeneinander (Fig. 2). Doch bewegt sich schon das eine oder das andere nach der Seite und zieht den übrigen Körper hinter sich her. Sind die Stücke ungleich groß, so übernimmt das größere die Führung. Bei gleicher Größe wechseln hierin beide in fast gleich großen Zwischenräumen ab. Der ruhende Teil wird dann schlaff an der betreffenden Seite des Tieres nachgezogen. Von der Neubildung der fehlenden und zerstörten Kopforgane ist äußerlich noch nichts wahrzunehmen; nur die auffallend helle Farbe der beiden Vorderenden deutet die entsprechenden Kopfregionen an. Durch unbekannte Ursachen entwickelt sich meist

ein Teil in größerem und schnellerem Maße, so daß der andere in seinem Wachstume zurückbleibt (Fig. 3). Die Bewegungsrichtung wird jetzt hauptsächlich von der mehr entwickelten Spalthälfte angegeben, während der kleinere Teil nur selten Eigenbewegungen ausführt.

Bei gut gelungenen Schnitten kann man am dritten Tage nach der Operation die Anlagen der neuen Wimpergrübchen an jedem der beiden Kopfenden gut erkennen, die nach weiteren 2—3 Tagen voll ausgebildet erscheinen. Auch hat sich bis dahin das Gehirn, der Mund und der Pharynx neu gebildet. Das sind Ergebnisse, wie sie von S. H. Morgan, Steinmann, Götsch, E. Keil u. a. an Planarien erzielt wurden und zur Bildung doppelköpfiger Individuen durch Längsspaltung des Vorderendes führten. Näheres darüber ist dem erwähnten Werke von Korschelt (Kap. 15 S. 443) zu entnehmen.

Die so behandelten Tiere büßen ihre frühere Größe ein und werden immer kleiner. Obwohl der Darm mit Nahrungsstoffen angefüllt ist, gehen die Tiere zugrunde, wenn nicht vorher die Regulation einsetzt, die zum Erlangen der normalen Gestalt führen soll. Ähnlich wie bei *Polycelis nigra* (nach Keil) umgeben sie sich mit einer Schleimmasse, die besonders stark den weniger entwickelten Kopfteil umgibt. Dieser erhält an der Ansatzstelle zunächst eine oberflächliche Einschnürung, die bald tiefer eindringt und schließlich die Ablösung bewirkt. Dieser Vorgang, der innerhalb 4—8 Tagen beendigt sein kann, wird durch schnelles kreisförmiges Schwimmen des Haupttieres nach Möglichkeit unterstützt. Das von dem lästigen Anhange befreite Tier, dessen Körper schon vor der Abschnürung seine normale Gestalt fast wieder angenommen hatte, erreicht bei guter Ernährung bald wieder seine ursprüngliche Größe und kann dann nach weiteren 6—8 Tagen in natürliche Teilung eintreten.

Das Weiterleben des kleineren Teiles hängt von seiner Größe ab. Erfolgt die Abschnürung an einer Stelle bis zum Ende des Pharynx, was am häufigsten geschieht, so sind die abgetrennten Teile nicht lebensfähig. Sind sie jedoch mit einem, wenn auch kleinen Teile des Darmes versehen, so regenerieren sie.

Tritt die Regulation nicht ein, so vermögen die Tiere etwa 8 Tage länger zu leben, gehen dann aber auf jeden Fall ein, eine Beobachtung, die auch Sekera gemacht hat. Sein Doppeltier *Macrostomum appendiculatum* ging schon nach einigen Tagen zugrunde und *Bothrioplana bohemica* lebte bei geringen Regula-

tionserscheinungen 28 Tage. Demnach sind die Doppelbildungen nicht so lebensfähig wie die normalen Individuen, wie vorauszusehen war.

Regulationsvorgänge an doppelköpfigen Tieren beobachtete E. Keil (1924) bei *Polyceles nigrae*; es trat eine allmähliche Verlängerung des durch den Schnitt erzeugten Spaltes ein, »bis die mehr oder minder große Brücke zerrissen war, die beide Hälften verbunden hatte«. Sie legt die Ursache für diesen Vorgang »in die mit der Zeit erlangte selbständige Funktion der Spalthälften«. Bei meinen Versuchen konnte ich diese Art der Regulation trotz zahlreicher Beobachtungen niemals feststellen, sondern der Vorgang vollzieht sie so wie oben geschildert.

Eine sehr schnell verlaufende Trennung der beiden Spalthälften tritt ein, wenn der Schnitt bis zum letzten Viertel des Tieres und darüber hinaus ausgeführt wird. In diesen Fällen regenerieren die beiden Hälften, bleiben nicht miteinander verbunden und lösen sich schon binnen 12 Stunden voneinander los. Dieser Vorgang geschieht ebenfalls durch eine Art Abschnürung, die aber hier besser als Abreißen bezeichnet werden muß. Durch den Widerstand des Wassers, der beim Schwimmen gegen die auseinanderstrebenden Hälften wirkt, reißt an der Stelle, wo der Schnitt endet, der weniger widerstandsfähige Teil weiter ein und trennt sich ab. Immer beobachtete ich, daß ein Teil im Besitze des unversehrt gebliebenen Schwanzes war, während das Körperende des anderen zunächst abgerundet erschien. Zu einer Längsteilung in der Verlängerung der Schnittlinie kam es nie.

Supplementärbildungen, wie sie besonders von Goetsch (1925) und Keil (1924) an Planarien beschrieben worden sind, traten bei *Sten. leucops* niemals auf. Vielleicht ist der Grund hierfür darin zu finden, daß bei dieser Tierart die Wundheilung sehr rasch verläuft, so daß eine weitere Zellenentwicklung am Grunde des Schnittes unmöglich gemacht wird.

Wenn mir auch nach längerer Übung die Doppelkopfbildung häufiger gelungen ist — ich habe 23 derartig geglückte Versuche in meinem Tagebuch eingetragen —, so verliefen jedoch die, bei denen ich eine Doppelschwanzbildung erzielen wollte, durchaus ergebnislos. Um sie zu erreichen, machte ich an verschiedenen Individuen, von deren Schwanzende ausgehend, Längsschnitte. Trennten sie das Tier nur in seinem letzten Körperviertel, so war binnen 12 Stunden die vollständige Regulation wieder eingetreten, die sich bis zu 48 Stunden verzögerte, wenn der Schnitt bis zum

Beginn des ersten Körperviertels reichte und sich keine Spalthälfte loslöste.

Ähnlich wie Vandel (1921) bei Planarien, versuchte ich ein dreiköpfiges *Stenostomum* herzustellen, hatte doch Lus (1924) sogar ein zehnköpfiges *Dendrocoelum* erzielt (abgebildet bei Korschelt Fig. 269 S. 444). 5 Tage nach der ersten Operation, zu welchem Zeitpunkte beide Köpfe voll ausgebildet waren, teilte ich den bestentwickelten abermals. Trotz größter Sorgfalt kam ich nie zu einem positiven Ergebnis. Wie ich schon hervorhob, verlieren die Tiere immer mehr an ihrer Größe. Infolgedessen wird auch ihre Breite, besonders die der beiden Kopfstücke, reduziert, was dann wegen der Schmalheit des Objektes einen guten und präzisen Schnitt unmöglich macht. Es kommt nur zu einer Zerstörung der betreffenden Gewebe, die in dem Falle, daß sie zu weit um sich gegriffen hat, von dem nicht verletzten Teile abgestoßen oder bei nicht zu starker Verletzung wieder ersetzt werden.

Nachdem ich die Unmöglichkeit erkannt hatte, auf diese Weise zum Ziele zu kommen, versuchte ich, das Vorderende eines normalen Tieres sofort in drei Teile zu spalten. Bei dieser Operation waren jedoch die einzelnen Teilstücke oder wenigstens zwei derselben so schmal und dünn, daß schon eine leichte Bewegung des Tieres genügte, die schwächeren Teile abreißen zu lassen. Diese Versuche blieben also leider ergebnislos.

Gelegentlich der künstlichen Teilung eines *Stenostomum leucops* in der Längsachse hörte die Materialzufuhr an der der Wundfläche gegenüberliegenden Seite nicht auf und erzeugte daselbst einen Auswuchs, der zu einer Mißbildung führte.

2 Tage nach der Operation bildete die Wundfläche der rechten Hälfte eine gerade verlaufende Linie, in deren unterem Ende das Schwanzende nach links abbog. Die gegenüberliegende Seite, die wegen des angehäuften Materials dunkel erschien, verlief bis zum Ende des Pharynx parallel zu jener und formte von hier ab einen großen Bogen, der bis zum Schwanzende verlief (Fig. 4), so daß hier ein breiter Wulst bestand. An ihm trat am folgenden Tage eine Einsenkung auf, die sich in den nächsten 3 Tagen vergrößerte und durch eine neue vermehrte. Dann erfolgte ein Längenwachstum des vorderen Körperabschnittes, das so schnell vonstatten ging, daß er nach 2 weiteren Tagen um das Doppelte vergrößert war und die normale Breite wiedererlangt hatte.

Der Auswuchs hatte sich inzwischen ebenfalls vergrößert und hing dem Körper hinten blindsackähnlich an. Um sich seiner zu entledigen, bildete das Tier an der Ansatzstelle eine Teilungsebene, wodurch das Anhängsel innerhalb dreier Tage abgetrennt wurde (11 Tage nach der Operation) (Fig. 5).

In dieser Zeit hatte die Faltenbildung des Auswuchses derart zugenommen, daß seine ganze Oberfläche mit größeren und kleineren Wulstungen bedeckt war (Fig. 6). Nun zeigte diese Mißbildung an der Stelle, an der sie sich vom vorderen Zooide abgetrennt hatte, einen gut ausgebildeten, seitlich schräg nach unten

Fig. 4.

Fig. 5.

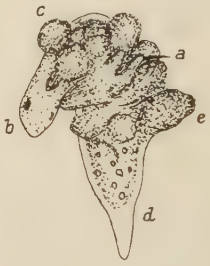

Fig. 6.

Fig. 4. *Sten. leucops* mit starker Vorwölbung auf der rechten Seite.
Fig. 5. *Sten. leucops*; Beginn der Faltenbildung.
Fig. 6. *Sten. leucops* mit vielen Wucherungen als Folge fortgesetzter Faltenbildung.

gerichteten Kopf und ein normales Schwanzende. In diesem Stadium blieb das Tier etwa 1 Tag. Dann trat es in Regulation, indem der größere Teil der Wucherungen verschwand und anscheinend zur Bildung neuer Individuen verwendet wurde. Zwei deutlich hervortretende längliche Wucherungen auf der Oberseite des Auswuchses (Fig. 6, 7, 8 a) verschieben sich nach der Längsachse des aus der Teilungsebene hervorgegangenen Kopfes (*b*) hin und bilden ein ihm entsprechendes gegabeltes Schwanzende. Eine stärkere Ausbuchtung an seiner Seite (*c*) wird in den Kopf des von vornherein vorhanden gewesenen Schwanzendes (*d*) umgebildet, eine zweite (*e*) vergrößert sich zunächst stark, wird aber dann zurückgebildet, während sich an einer anderen Stelle

ein neuer Kopf (*f*) zu entwickeln beginnt, dem gegenüber ein neuer Schwanz (*g*) sichtbar wird (vgl. die obengenannten Figuren!).

Während dieser Regulation, die 7 Tage in Anspruch nahm (19 Tage nach der Operation), verminderte sich das Gebilde etwa auf die Hälfte seiner früheren Größe. Alle übrigen Auswüchse waren verschwunden, und der Körper zeigte wieder glatt verlaufende Außenseiten. Der Darm war nicht in Fächer geteilt, sondern breitete sich im Innern der ganzen Mißbildung aus, die jetzt schon deutlich in zwei Hauptteile geschieden war, von denen jeder einen Kopf und ein Schwanzende hatte. Zu ihnen in einem rechten

Fig. 7. *Sten. leucops*; Umbildung in 2 Haupttiere.

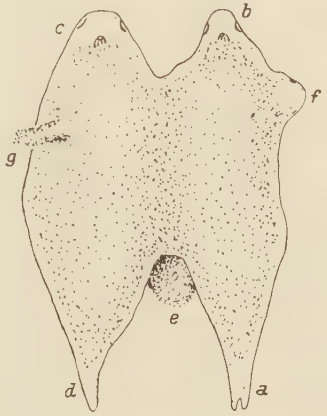

Fig. 8. *Sten. leucops*; 2 Haupttiere, zu denen eines quer gelagert ist.

Winkel war nur noch das dritte Tier gelagert, und zwar in ihrer vorderen Körperhälfte.

Die beiden nebeneinander liegenden Tiere versuchten, sich selbständig fortzubewegen und sich zu trennen. Dadurch wurde die Verbindungsstelle verschmälert, so daß je ein Einschnitt von oben und unten her die Tiere immer mehr voneinander schied. Der Schwanz des quer gelagerten Tieres wurde von dem linksseitigen Tiere resorbiert, so daß sich zunächst dieses als vollkommen normales Tier am 22. Tage nach der Operation abschnürte (Fig. 9, kurz vor dem Lostrennen).

Währenddessen hatte sich der Kopf des quer gelagerten Tieres seitlich aufwärts zu dem des zweiten Tieres verschoben und bildete mit ihm einen Doppelkopf. Der Gabelschwanz glich sich immer mehr aus, so daß jetzt nur noch seine Breite auf den früheren Zustand hindeutete.

Nach der Abtrennung konnte ich das linksseitig entwickelte Tier am Leben erhalten, bis es mir nach einer Operation zugrunde ging. Das Doppelkopftier jedoch war bis zum folgenden Tage aus mir nicht bekannter Ursache abgestorben.

Einen weiteren, von der Norm abweichenden Vorgang beobachtete ich ferner an *Stenostomum leucops* in bezug auf seine Vermehrung. Das betreffende Individuum zeigte zunächst eine Verbreiterung seines Schwanzendes, die außerdem mit drei lappen-

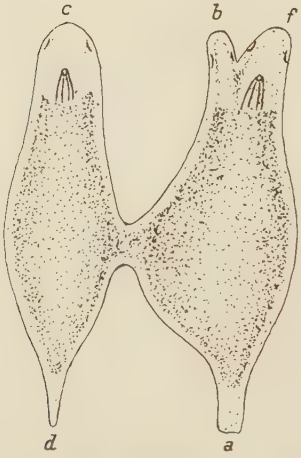

Fig. 9. *Sten. leucops*; Doppeltier, kurz vor der Auseinandertrennung.

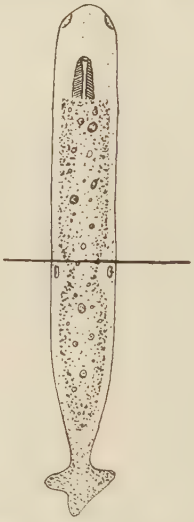

Fig. 10. *Sten. leucops* mit Auswuchs am Schwanzende; die eingezeichnete Linie ist die Schnittlinie.

artig vorragenden Verlängerungen versehen war (Fig. 10). Es befand sich in natürlicher Teilung und wurde in seiner Teilungsebene zwecks bestimmter Versuche durchgetrennt. Das Hintertier heftete sich nun mit dem Schwanzauswuchse so fest am Grunde des Schälchens an, daß es von dem durch die Pipette erzeugten Wasserstrome nicht losgelöst werden konnte; er war zu einer direkten Haftscheibe geworden.

Nach etwa 8 Stunden hatte sich dieser Anhang fast um die eigene Größe verlängert, nur wenig verbreitert und wurde von dem vorderen Teile nachgezogen. Der Darm des Zooïdes reichte nicht in den Auswuchs hinein, sondern endete wie gewöhnlich in der vorderen Schwanzregion.

Bis zum folgenden Tage hatte sich die in Frage kommende Neubildung in ein deutlich zu erkennendes neues Individuum

fortgebildet. Zwar war von dem Darme noch nichts zu erkennen, ebensowenig von den Wimpergrübchen; doch die Gestalt mit der helleren Färbung der Kopfregion ließen keine Zweifel aufkommen, daß wir es hier mit einem werdenden Teiltiere von *Sten. leucops* zu tun hatten. Dieses war zwar noch mit dem vorliegenden Zooid verbunden; doch zeigte es zwischen seinem Kopfe und dem Schwanzende des Zooïden einen Absatz, der auf baldiges Abtrennen schließen ließ (Fig. 11).

Fig. 11. *Sten. leucops*; der Auswuchs verwandelt sich in ein neues Tier.

Als ich es nach 1 Stunde abermals beobachtete, war die Trennung bereits vollzogen. Beide Teile schwammen lebhaft umher, wenn auch das aus dem Auswuchse entstandene Tier viel kleiner war als das andere.

Am folgenden Tage stellte ich an dem so entwickelten neuen Tiere bei starkem Längenwachstum bereits die Regeneration der Wimpergrübchen und des Darmes fest. Die vollständig normale Beschaffenheit hatte es erst nach 2 weiteren Tagen erlangt. Es steht außer Zweifel, daß das neue Tier bei seiner Lostrennung weder im Besitze des Gehirnes noch in dem eines anderen sonst sichtbaren Organes, wie Wimpergrübchen, Mund, Pharynx oder Darm, gewesen war. Alle diese Organe hatte es innerhalb 3 Tagen aus der zuvor indifferenten Zellmasse heraus gebildet.

Über die Ursache dieser Neubildung ist schwer etwas Bestimmtes zu sagen. Sie kann einmal in einem natürlichen Vorgange zu suchen sein; andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, daß bei der vorhergehenden Amputation der Schnitt das Tier so verwundete, daß während der Regeneration des neuen Schwanzendes durch eine übermäßige Anhäufung von Material dieses sich zum Teil aus der Wunde hervorschob und zur Bildung des neuen Individuums führte. Es müßte dann über die Schwanzbrücke hinaus alles zur Bildung sämtlicher Organe notwendige Material aus dem Zooïd in den Auswuchs übergeführt worden sein, da wegen des vorläufigen Mangels des Verdauungsapparates die dazu erforderlichen Bildungsstoffe dort zunächst fehlten.

Gegen diese Auffassung, daß die Ursache der Neubildung in einer bestimmten Verletzung des Schwanzendes zu suchen sei, sprechen jedoch die Feststellungen, die ich bei künstlich erzeugten Teilungen an Individuen dieser Art gemacht habe. Trennte ich

sie in ihrer Teilungsebene, so entwickelten die Vordertiere innerhalb 24 Stunden stets ein neues normales Schwanzende; führte ich den Schnitt kurz hinter ihr, so wurde die hier liegende Zellmasse resorbiert und gleichzeitig der neue Schwanz gebildet, oft genug in der gleichen Zeit, bisweilen aber auch unter Inanspruchnahme von 2 Tagen, ausnahmsweise auch mehr.

Diese Beobachtungen habe ich bei mehr als 100 Amputationen gemacht. Nur bei zwei Tieren der zweiten Versuchsreihe traten abweichende Ergebnisse ein. Der Schnitt war so geführt, daß die Wimpergrübchen und ein Teil des Gehirns vom Zooïd mit dem Hauptzooïd verbunden blieb. Zunächst trat wie gewöhnlich eine Abrundung der Wundfläche ein; dann aber zeigte sich statt der sonst eintretenden Resorption eine Weiterentwicklung des Kopfes des Zooïdes. Zu gleicher Zeit bildete das Hauptzooïd einen neuen Schwanz aus, der an seiner äußersten Spitze mit dem genannten entwickelten Kopfgebilde zusammenhing.

In diesem Zustande glichen beide Tiere außerordentlich jenem oben beschriebenen. Doch fiel bei der Beobachtung sofort auf, daß die Anhänge der letztbehandelten eine regelmäßige, runde Gestalt besaßen, während jener Auswuchs eher mit einem kleinen, unregelmäßig geformten Dreiecke zu vergleichen war. Im Unterschied von diesem, welcher zur Bildung eines selbständigen Individuums führte, wurden die aus der Kopfentwicklung hervorgegangenen Anhänge nach Ablauf des zweiten Tages resorbiert, und zwar im Laufe von 5 Tagen, ein Vorgang, der auch von Child bereits beschrieben worden ist.

Zum Schlusse möchte ich es nicht versäumen, Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. *E. Korschelt* für die Anregungen, die er mir zu der vorliegenden Arbeit in liebenswürdigster Weise gegeben hat, meinen ganz besonderen Dank auszusprechen.

Literaturvezeichnis.

Braun, M. Beiträge zur Fauna baltica. I. Ueber Dorpater Brunnenplanarien. Archiv für Naturk. Liv.-, Est- und Kurlands. Bd. 9. 1881.

Bresslau, E. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Turbellarien. I. Die Entwicklung der Rhabdocoelen und Alloiocoelen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 76. 1904.

Child, Ch. M. Studies on Regulation. I. Fission and Regulation in Stenostoma. Arch. f. Entwicklungsm. d. Org. Bd. 15. 1903.

Fuliński, B. Ueber das Restitutionsvermögen der Rhabdocoelen. Arch. f. Entwicklungsm. d. Org. Bd. 51. 1922.

Goetsch, W. Tierkonstruktionen. Münch. 1925.

Graff, L. v. Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig. 1882.

Graff, L. v. In Bronn's Klassen und Ordnungen. Bd. 4. Vermes. Abt. I. c. Turbellaria. Leipzig. 1904—1908.

Haffner, H. v. Untersuchungen über die Symbiose von Dalyellia viridis und Chlorohydra viridissima mit Chlorellen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 126. 1925.

Hallez, P. Contributions a l'histoire naturelle des Turbellaries. Travaux de l'Institut zoologique de Lille et de la Station maritime de Wimereux. Fasc. II. Lille. 1879.

Hartmann, M. Ueber den dauernden Ersatz der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch fortgesetzte Regenerationen. Biol. Zentralbl. Bd. 42. 1922.

Hofsten, N. v. Studium über Turbellarien aus dem Berner Oberland. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 85. 1907.

Hofsten, N. v. Eischale und Dotterzellen bei Turbellarien und Trematoden. Zool. Anz. Bd. 39. 1912.

Keil, E. Studien über Regulationserscheinungen an Polycelis nigra. III. Teil: Regulation von Spalttieren. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsm. Bd. 102. 1924.

Keller, J. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Süßwasserturbellarien. Jena. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 28. 1894.

Kennel, J. Untersuchungen an neuen Turbellarien. Zool. Jahrb. f. Anat. u. Ontog. der Tiere. Bd. 3. 1889.

Luther, A. Die Eumestominen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 77. 1904.

Meixner, J. Zur Turbellarienfauna der Ostalpen, insonderheit des Lunzer Seengebietes. Zool. Jahrb. Bd. 38. 1915.

Meixner, J. Ueber das Ovarium von Microstomum lineare und die Abscheidungsfolge des Schalen- und Dottermaterials bei rhabdocoelen Turbellarien. Zool. Anz. Bd. 58—59. 1924.

Monti, R. Studi Sperimentali sulla Rigenerazione nei Rabdoceli marini. Reale Instituto Lombardo di scienze e lettere. Vol. 33. Milano. 1900.

Ritter, W. E. and Congdon E. M. On the Inhibition by Artificial Section of the Normal Fission Plane in Stenostoma. Proceedings of the California Academy of Sciences. San Francisco. 1900.

Schneider, A. Untersuchungen über Platthelminthen. 14. Bericht der Oberh. Geselsch. f. Natur- und Heilk. Gießen. 1873.

Sekera, E. Einige Beiträge zur Lebensweise von Vortex viridis. Zool. Anz. Bd. 26. 1903.

Sekera, E. Erneute Untersuchungen über die Geschlechtsverhältnisse der Stenostomiden. Zool. Anz. Bd. 26. 1903.

Sekera, E. Neue Mitteilungen über Rhabdocoeliden. Zool. Anz. Bd. 27. 1904.

Sekera, E. Ueber Viviparität der Sommertiere bei den Eumesostominen. Zool. Anz. Bd. 28. 1904.

Sekera, E. Ueber die Verbreitung der Selbstbefruchtung bei den Rhabdocoeliden. Zool. Anz. Bd. 30. 1906.

Sekera, E. Ueber Doppelbildungen bei einigen Süßwasserturbellarien. Sitzungsberichte d. kgl. Gesellsch. d. Wissenschaften in Prag. 1906.

Sekera, E. Weitere Beiträge zu den Doppelbildungen bei den Turbellarien. Sitzungsberichte d. kgl. Geselsch. d. Wissenschaften in Prag. 1911.

Sekera, E. Ueber die grünen Dalyelliden. Zool. Anz. Bd. 40. 1912.

Steinmann P. und Bresslau, E. Die Strudelwürmer. Leipzig. 1913.

Lebenslauf.

Am 31. Dezember 1888 wurde ich, Ludwig Ruhl, preußischer Staatsangehörigkeit, als Sohn des jetzigen Rechnungsrats, Oberpostsekretärs a. D. Josef Anton Ruhl und seiner Ehefrau Josefa, geb. Rathmann, in Marburg an der Lahn geboren. Den ersten Unterricht genoß ich an der katholischen Volksschule meiner Vaterstadt, in der ich auch das Gymnasium bis Untersekunda einschließlich besuchte. Nach einjährigem Präparanden- und dreijährigem Seminarkursus in Thorn bestand ich im Jahre 1911 die erste Lehrerprüfung und war dann bis zum Ausbruch des Krieges in Recklinghausen, Westfalen, als Lehrer tätig. Infolge einer schweren Kriegsverletzung wurde ich am 1. Februar 1916 als dienstuntauglich aus dem Heeresdienste entlassen. Bis zum Ende des Krieges hatte ich eine Lehrerstelle an der Oberrealschule zu Marburg inne, legte daselbst am 7. Juni 1918 die zweite Lehrerprüfung ab und begann, nachdem ich noch ein Vierteljahr in Recklinghausen beschäftigt war, im Sommersemester 1919 in Marburg das Studium der Naturwissenschaften, hauptsächlich der Biologie. Nach Ablegung der erforderlichen Ergänzungsprüfung am 12. November 1921 bestand ich am 14. Dezember desselben Jahres die mündliche Doktorprüfung.

Dadurch, daß ich durch Vermittlung des Auswärtigen Amtes in Berlin auf die Dauer von 5 Jahren als Lehrer an das staatliche Lehrerseminar in Quito, Ecuador, verpflichtet wurde, mußte ich das Studium von 1921 bis 1926 unterbrechen. Nach Deutschland zurückgekehrt, nahm ich es wieder auf, um es zu Ende zu führen.

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren:

Claussen, Harms, Hartmann, Jaensch, Korschelt, Meyer, Nordhausen, Schultze Jena, Wedekind.